

# POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

---

TECHNOLOGICAL  
PROGRESS  
in food processing

1

2009



**Wyższa Szkoła Menedżerska**

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

tel. 0-22 59-00-700, [www.wsm.warszawa.pl](http://www.wsm.warszawa.pl)





**Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie**

**Warsaw Management Academy**

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 2009/2010

## Kierunki studiów w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie

### Studia magisterskie:

- Prawo

### Studia licencjackie:

- Stosunki Międzynarodowe
- Europeistyka
- Pedagogika
- Politologia

### Studia licencjackie

#### i magisterskie (II st.):

- Zarządzanie
- Administracja

### Studia inżynierskie (I st.):

- Informatyka
- Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

## REKRUTACJA

**0-22 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 prawie i trwałym miejscu w systemie edukacyjnym. W ciągu 13 lat działalności wykształciła ponad 22 000 absolwentów. Uczelnia ma liczne grono doświadczonych profesorów oraz kreatywną kadrę wykładowców. Dysponuje też europejskiej klasy nowoczesnymi obiektami dydaktycznymi, socjalnymi i sportowymi oraz Domem Studenta.

## Studia Podyplomowe – tel. 0-22 59 00 765

- Ochrona informacji niejawnych i administrowanie bezpieczeństwem informacji
- Zarządzanie organizacjami ochrony zdrowia
- Zarządzanie kapitałem ludzkim w świetle standardów europejskich
- Menedżerskie studia podyplomowe
- Bezpieczeństwo i higiena pracy
- Zarządzanie innowacjami w gospodarce opartej na wiedzy
- Studia podyplomowe dla kuratorów sądowych
- Mediacje i negocjacje
- Zarządzanie i obsługa funduszy strukturalnych
- Studia podyplomowe dla dziennikarzy śledczych
- Studia podyplomowe dla kadry publicznych służb zatrudnienia
- Organizacja pomocy społecznej
- Andragogika z pracą socjalną
- Pedagogika sądowo-penitencjarna
- Pedagogika wczesnoszkolna + jęz. angielski
- Pedagogika resocjalizacyjna

Tom 19/34

PL ISSN  
0867-793x

4 pkt  
na liście  
rankingowej  
czasopism  
punktowanych

# POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

Nr 1/2009

Adres redakcji  
03-772 Warszawa  
ul. Kawęczyńska 36  
pok. 4  
tel. 0-22 619 17 98  
fax: 0-22 59 00 774  
e-mail: ptps@mac.edu.pl

B. Pozostałe  
czasopisma  
zagraniczne  
i  
czasopisma  
polskie  
Lp. 611



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 i wdrożeniowe 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.*

**Prenumerata** – w siedzibie redakcji. **Wydawca** – Wyższa Szkoła Menedżerska, 03-772 Warszawa ul. Kawęczyńska 36,  
tel. 0-22 59 00 700, fax: 0-22 59 00 774; <http://redakcja.wsm.warszawa.pl>

**Druk:** PP-W „GRAF” Janusz Janiszewski, e-mail: [janusz.graf@wp.pl](mailto:janusz.graf@wp.pl);

**Nakład:** 600 egz.

## SPIS TREŚCI

## Contents

Od Redakcji .....	4
<i>Editorial</i>	
OFERTA EDUKACYJNA WSM 2009/2010 .....	5
<i>EDUCATION OFFER OF WSM 2009/2010</i>	

INŻYNIERIA ŻYWNOŚCI  
FOOD ENGINEERING

<b>1. Ciurzyńska A., Lenart A.:</b>	
Wpływ odwadniania osmotycznego na skład chemiczny liofilizowanych truskawek .....	9
<i>The influence of osmotic dehydration on chemical composition of freeze-dried strawberries.</i>	
<b>2. Jakubczyk E., Gondek E.:</b>	
Charakterystyka suszenia próżniowego spienionego przecieru jabłkowego .....	14
<i>Vacuum drying characteristics of foamed apple pulp.</i>	
<b>3. Nowak D., Piechucka P., Królikowski K.:</b>	
Wpływ metody zamrażania surowca jako operacji wstępnej na przebieg suszenia sublimacyjnego .....	20
<i>Effect of freezing mode as a pretreatment, on freeze drying process.</i>	
<b>4. Kostyra E., Świdorski F., Żebrowska M.:</b>	
Charakterystyka jakości sensorycznej i stopnia akceptacji konsumentek wybranych napojów energetyzujących .....	24
<i>Sensory characteristic and consumer acceptance of some energy drink.</i>	
<b>5. Mroczek J., Piotrowska J.:</b>	
Wpływ pH farszu i dodatku askorbinianu sodu na efektywność peklowania i trwałość barwy po obróbce termicznej .....	29
<i>Effects of meat pH and addition of sodium ascorbate on curing process and colour stability of cooked ground meat.</i>	
<b>6. Diakun J., Mierzejewska S., Piepiórka J.:</b>	
Monitorowanie parametrów czynnika myjącego w trakcie mycia w przepływie .....	34
<i>Monitoring parameters of cleaning in flow.</i>	
<b>7. Sobczyk M.:</b>	
Ocena jakości pieczywa pszennego otrzymanego metodą odroczonego wypieku .....	37
<i>The quality control of wheat bread contained by postponed baking method.</i>	
<b>8. Pałacha Z., Kędzierska K.:</b>	
Właściwości sorpcyjne wybranych dodatków przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego .....	41
<i>Sorption properties of some seasoning food additives to animal products.</i>	
<b>9. Szulecka O.:</b>	
Wdrożenie informatycznego systemu identyfikowalności wewnętrznej w przetwórni rybnej.	
<i>Implementation of electronic internal traceability system in the fish processing plant.</i>	
Część I. Etapy implementacji .....	49
<i>Part I. Stages of implementation.</i>	
<b>10. Gondek E., Jakubczyk E., Cacak-Pietrzak G.:</b>	
Właściwości akustyczne wybranych odmian pszenicy ozimej .....	53
<i>The acoustic properties of selected varieties of winter wheat.</i>	
<b>11. Janus P., Ziółkowska A.:</b>	
Zużycie energii w procesie smażenia chipsów ziemniaczanych .....	57
<i>Heat energy consumption during the process of frying potato crisps.</i>	
<b>12. Chmiel M., Dasiewicz K.:</b>	
Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu w drobnym mięsie wołowym .....	61
<i>The use of digital image analysis to estimate fat content in beef trimmings.</i>	
<b>13. Berthold A., Stachura A.:</b>	
Jakość mikrobiologiczna serów pochodzących z gospodarstw ekologicznych .....	65
<i>Microbiological quality of cheeses originated from ecological farms.</i>	

ARTYKUŁY PRZEGLĄDOWE  
REVIEW ARTICLES

<b>14. Zaręba D., Ostasiewicz A.:</b>	
Funkcjonalność prozdrowotna i technologiczna procesu fermentacji ciasta – tradycja i postęp naukowy .....	70
<i>The technological and health-promoting functionality of dough fermentation process – tradition and scientific progress.</i>	
<b>15. Hoffmann M., Górnicka M., Jędrzejczyk H.:</b>	
Zamienniki białka zwierzęcego – technologia, wartość odżywcza, możliwości wykorzystania.	
<i>Animal protein substitutes – technology, nutrition value, usage.</i>	
Część I. Nietradycyjne źródła białka – produkty sojowe fermentowane .....	75
<i>Part I. Non-traditional sources of protein – fermented soybean products.</i>	
<b>16. Tarnowska K., Łobacz M., Kowalski B.:</b>	
Immobilizacja fizyczna lipaz.	
<i>Physical immobilization of lipases.</i>	
Część II. Immobilizacja lipaz przez pułapkowanie .....	81
<i>Part II. Immobilization of lipases by entrapment.</i>	

<b>17. Diakun J., Seńcio M.:</b>	
Przegląd konstrukcyjno-funkcjonalny masownic do mięsa. <i>Construction-functional overview of the meat tumbling machines.</i>	
Część II. Systemy załadunku i wyładunku ..... <i>Part II. Loading and unloading systems.</i>	86
<b>18. Kaleta A., Chojnacka A.:</b>	
Rozważania na temat metod zwiększania efektywności wymiany ciepła w wymiennikach ciepła stosowanych w przemyśle mleczarskim ..... <i>Consideration on methods of increasing the efficiency of heat exchange in heat exchangers applied in dairy industry.</i>	91
<b>19. Kostecka M., Łobacz M.:</b>	
Lipidy mięsa kurzego – tłuszcz nie(d)oceniony. <i>Lipids from chicken fat – invaluable (underestimated) fat.</i>	
Część I. Charakterystyka tłuszczu kurzego i wybrane metody modyfikacji ..... <i>Part I. Chicken fat characteristic and chosen modification methods.</i>	98
<b>20. Kazimierzczak R., Średnicka D.:</b>	
Ekologiczne pszczelarstwo i produkcja miodu – wymagania prawne ..... <i>Organic beekeeping and honey production – legal requirements.</i>	104
<b>21. Burzyńska O., Skibniewska K.A., Kubiak M.S.:</b>	
Urządzenia i techniki grillowania ..... <i>Installations and techniques of grilling.</i>	107

### PROBLEMATYKA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWA AGRO FOOD PROBLEMS

<b>22. Gruchelski M., Niemczyk J.:</b>	
Jaka wspólna polityka rolna Unii Europejskiej po 2013 roku; na ile odpowiadać będzie realnym potrzebom? ..... <i>What will be with the European Union common agriculture policy after the year 2013, shall it meet the real needs?</i>	111

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

<b>23. Białoń L., Janczewska D.:</b>	
Uwarunkowania strategii innowacji w organizacjach ..... <i>The conditions of innovative strategies in organizations.</i>	116
<b>24. Piątkowski Z., Żebrowski W., Goryszewski Ł.:</b>	
Logistyka w sferze produkcji ..... <i>Logistics in the manufacturing.</i>	122
<b>25. Mazur K.P.:</b>	
Alternatywne systemy gospodarcze ..... <i>Alternative economic systems.</i>	128
<b>26. Winiczenko R.:</b>	
Optymalizacja kosztów transportu metodą bezpośredniego poszukiwania ..... <i>Optimization of cost transport by direct search method.</i>	133
<b>27. Boguski J.:</b>	
Narodowy System Innowacji ..... <i>National System of Innovation.</i>	137

### POLSKA W UNII EUROPEJSKIEJ POLAND IN THE EUROPEAN UNION

<b>28. Kołodziej T.:</b>	
Logika pogłębiania integracji europejskiej: wprowadzenie euro ..... <i>The logic of European integration deepening: the introduction of euro.</i>	142

#### W następnych numerach:

Wpływ warunków przechowywania na jakość jabłek, zastosowanie mikrofal do obróbki cieplnej żywności, problem biofilmów w instalacjach do mycia, technologiczna modyfikacja tłuszczu kurzego – frakcjonowanie, modelowanie neuronowe w procesie transportu wilgoci w ziarnie pszenicy, parametry sterowania maszynową obróbką ryb dla projektowania rozwiązań mechatronicznych, charakterystyka granulometryczna glukozy krystalicznej, właściwości energetyczne wycierki ziemniaczanej, jakość frakcji lipidowej w ciastkach zbożowych, zagadnienia energetyczne w branży mleczarskiej, wpływ aktywności wody na właściwości mechaniczne i akustyczne ziarna pszenicy, struktura pszenicy a proces rozdrabniania, dynamika zmian właściwości mechanicznych i akustycznych w mące pszennej, izotermy adsorpcji wody – nasion i mąki amarantusa, logistyka w sferze dystrybucji, innowacyjna firma, przyczyny światowego kryzysu rynków finansowych i sposoby jego przezwyciężania, przyszłość rolnictwa i bezpiecznej żywności.

#### Zespół redakcyjny:

**Redaktor Naczelna:**  
prof. dr hab. Alina Maciejewska

**Z-ca Red. Naczelnego**

**Sekretarz redakcji:**  
mgr inż. Tadeusz Kiczuk

**Stali współpracownicy:**

prof. dr hab. inż. Andrzej Dowgiałło  
dr Elżbieta Kotowska  
dr inż. Tadeusz Matuszek  
dr inż. Grzegorz Ossowski  
dr Zdzisław Piątkowski

#### Rada Programowa

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

**Członkowie:**

prof. nadzw. dr Stanisław Dawidziuk  
prof. dr hab. inż. Jarosław Diakun  
prof. dr hab. inż. Daniel Dutkiewicz  
prof. dr inż. Mieczysław Dworczyk  
dr Marek Gruchelski  
dr hab. inż. Agnieszka Kaleta, prof. SGGW

prof. dr hab. inż. Henryk Komsta,  
prof. dr hab. inż. Leszek Mieszkański  
prof. dr hab. inż. Marek Opielak  
dr hab. inż. Zbigniew Pałacha  
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wituszyński

*Szanowni Czytelnicy!*

Lato to czas, w którym można cieszyć się zielenią i piękną pogodą, my zaś przekazując do Państwa rąk kolejny numer „Postępów Techniki Przetwórstwa Spożywczego” zachęcamy do czytania ciekawej lektury. Rozpoczęliśmy osiemnasty rok obecności na rynku naukowych wydawnictw periodycznych, promujących postęp w dziedzinie technik przetwórstwa spożywczego oraz osiągnięcia w naukach ekonomicznych.

W minionym okresie opublikowaliśmy ponad 460 artykułów recenzowanych. Mamy nadzieję, że na deszczowe letnie dni i tym razem dostarczamy interesujące artykuły odpowiadające Waszym zainteresowaniom branżowym. W dwudziestu ośmiu prezentowanych oryginalnych pracach naukowych, znajdziecie Państwo wiele interesujących informacji dotyczących między innymi:

- wpływu odwadniania osmotycznego na skład chemiczny liofilizowanych truskawek,
- zależności kinetyki suszenia próżniowego spienionego przecieru jabłkowego od temperatury suszenia i grubości warstwy materiału,
- wpływu mrożenia materiału roślinnego (czerwony burak) na przebieg suszenia sublimacyjnego,
- porównania wybranych napojów energetyzujących pod względem kompleksowej jakości sensorycznej oraz określenia stopnia ich akceptacji przez konsumentów,
- wpływ pH farszu i dodatku ascorbinianu sodu na efektywność peklowania mięsa drobiowego i trwałość barwy po obróbce termicznej,
- oceny skuteczności i energochłonności procesu mycia rurociągów w branży mleczarskiej,
- jakości pieczywa pszennego drobnego otrzymanego metodą odroczonego wypieku,
- właściwości sorpcyjnych dodatków przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego,
- właściwości akustycznych wybranych odmian pszenicy ozimej,
- systemu identyfikowalności wewnętrznej w przetwórni rybnej,
- modelu matematycznego zużycia energii podczas smażenia żywności,
- komputerowej analizy obrazu przy szacowaniu zawartości tłuszczu w mięsie wołowym,
- jakości serów pochodzących z gospodarstw ekologicznych,
- funkcjonalności prozdrowotnej i technologicznej procesu fermentacji ciasta,
- soi jako substytutu białka zwierzęcego,
- immobilizacji fizycznej lipaz przez pułapkowanie,
- przeglądu masownic do mięsa,
- efektywności wymiany ciepła w wymiennikach branży mleczarskiej,
- niedocenionych zalet tłuszczu kurzego,
- ekologicznego miodu i pszczelarstwa,
- grillowania; urządzenia i techniki,
- wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej po 2013 roku,
- strategii innowacji w organizacjach,
- logistyki w sferze produkcji,
- alternatywnych systemów gospodarczych,
- optymalizacji kosztów transportu,
- narodowego systemu innowacji,
- wprowadzenia euro w ramach integracji europejskiej.

**Zachęcając Czytelników do lektury, dziękuję Autorom – twórcom sukcesu wydawniczego za dotychczasową współpracę i zapraszam zarówno Ich, jak też potencjalnych nowych Autorów do współpracy z naszym czasopismem.**

**Redaktor Naczelna**  
**Prof. dr hab. Alina MACIEJEWSKA**



# Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## Warsaw Management Academy

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa  
tel. 0 22 59 00 730; rekrutacja@wsm.warszawa.pl

## OFERTA EDUKACYJNA 2009/2010

**Tu możesz studiować  
tanio!**

### W trybie stacjonarnym i niestacjonarnym

Jeżeli masz niskie dochody, to otrzymasz **stypendium socjalne**, które częściowo pokryje koszt Twoich studiów. W Uczelni za dobre wyniki w nauce można też uzyskać **stypendium naukowe**; przyznawane są również stypendia: **sportowe** oraz **związane z działalnością artystyczną**. Jednocześnie możesz otrzymać **zapomogę** bądź **stypendia**: mieszkaniowe; na wyżywienie; dla niepełnosprawnych\*.

\* Ogłoszenie niniejsze nie stanowi oferty handlowej w świetle art. 66 §1 k.c. Jeżeli jednak spełniasz warunki, aby otrzymać np. stypendium socjalne, naukowe i in. – ich łączna wysokość może pokryć koszty studiów.

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 absolwencji, przebiegu studiów itp. wydawane są także w obcojęzycznych wersjach i stanowią wysokiej rangi „wizytówkę” absolwenta, starającego się o pracę w krajach UE.

## Wydział Menedżerski

Studenci Wydziału Menedżerskiego 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

#### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Informatyczne systemy zarządzania,
- ✓ Marketing,
- ✓ Rachunkowość i controlling,
- ✓ Zarządzanie przedsiębiorstwem w zintegrowanej Europie,
- ✓ Zarządzanie w bankowości i finansach,
- ✓ Zarządzanie zasobami ludzkimi,
- ✓ Zarządzanie w sektorze publicznym (tylko studia II stopnia).
- ✓ Zarządzanie innowacjami w gospodarce opartej na wiedzy.

#### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ prowadzenie własnej firmy,
- ✓ praca na stanowiskach menadżerów/kierowników średniego i wyższego szczebla zarządzania

- ✓ w przedsiębiorstwach produkcyjnych i usługowych,
- ✓ praca w agencjach reklamowych,
- ✓ praca w firmach Public Relations,
- ✓ praca w zawodzie doradcy podatkowego lub finansowego,
- ✓ praca w działach controllingu i rachunkowości zarządczej,
- ✓ praca w komórkach personalnych.

Kierunek studiów:  
Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

#### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Inżynieria obsługi procesów wytwórczych,
- ✓ Zarządzanie systemami jakości w procesach wytwórczych,
- ✓ Logistyka procesów wytwórczych,

#### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ prowadzenie własnej firmy produkcyjno-handlowej,
- ✓ praca na stanowiskach kierowniczych w przedsiębiorstwach przemysłowych,
- ✓ praca na stanowiskach związanych z organizacją produkcji i logistyką,
- ✓ praca w sferze zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji,
- ✓ praca w działach jakości oraz jej kontroli.

## Wydział Prawa i Administracji

Kierunek studiów: Prawo

STUDENCI PRAWA W CZASIE STUDIÓW ODBYWAJĄ TRZY PRAKTYKI-  
(SĄDOWA, ADMINISTRACYJNA, GOSPODARCZA)

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, w administracji rządowej, samorządowej, instytucjach społecznych i socjalnych,
- ✓ praca w organach administracji skarbowej,
- ✓ radca prawny obsługujący podmioty gospodarcze,
- ✓ notariusz,
- ✓ 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

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Administracja bezpieczeństwa narodowego,
- ✓ Administracja dyplomatyczno-konsularna,

- ✓ Administracja Instytucji Europejskich,
- ✓ Administracja gospodarcza,
- ✓ Administracja publiczna,
- ✓ Administracja samorządowa,
- ✓ Zamówienia publiczne,
- ✓ Zarządzanie bezpieczeństwem pracy (BHP).

### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ praca urzędnika w administracji publicznej (rządowej i samorządowej),
- ✓ sprawowanie funkcji administracyjnych w organach administracji publicznej i gospodarczej,
- ✓ praca w organizacjach międzynarodowych i instytucjach Unii Europejskiej,
- ✓ praca w firmach doradczych działających na rzecz administracji rządowej i samorządowej,
- ✓ praca w małej i średniej przedsiębiorczości;

### TO TEŻ PRACA W:

- ✓ jednostkach organizacyjnych podporządkowanych samorządom lokalnym,
- ✓ organizacjach pozarządowych współpracujących z administracją publiczną,
- ✓ instytucjach społecznych, kulturalnych i oświatowych,
- ✓ przedsiębiorstwach, dla których administracja publiczna jest głównym partnerem handlowym,
- ✓ organach administracji skarbowej.

## Wydział Informatyki Stosowanej

Kierunek studiów: Informatyka

Uczelnia należy do systemu  
brytyjskiej akredytacji BTEC

Dyplomy BTEC honorowane są w ponad 100 krajach. W trakcie studiów, zaliczając poszczególne semestry, student ma możliwość uzyskania:

- HNC – Higher National Certificate
- HND – Higher National Diploma

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Zarządzanie systemami i sieciami komputerowymi,
- ✓ Technologie internetowe,
- ✓ Bezpieczeństwo obiektów i informacji,
- ✓ Grafika komputerowa.

### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ główny informatyk lub jego zastępca w średnich i dużych przedsiębiorstwach (np. produkcyjnych czy dystrybucyjnych) lub w jednostkach administracji rządowej i samorządowej,
- ✓ informatyk konsultant dla małych przedsiębiorstw,
- ✓ projektant/programista systemów aplikacyjnych zarówno w firmach informatycznych jak i w firmach – użytkownikach informatyki,
- ✓ projektant i programista systemów aplikacyjnych,
- ✓ serwisant systemów informatycznych,
- ✓ grafik komputerowy,
- ✓ specjalista odpowiedzialny za tworzenie witryn internetowych i portali oraz tworzenie i obsługiwanie rozwiązań w obszarze e-biznesu.

*Osoby, które nie legitymują się certyfikatem EGDŁ są zobowiązane do uzyskania go podczas pierwszego roku studiów.*

## Wydział Nauk Społecznych

Kierunek studiów:  
Stosunki międzynarodowe

### SPECJALNOŚCI:

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

### PERSPEKTYWY ZAWODOWE, TO – PRZEDE WSZYSTKIM – PRACA W:

- ✓ organizacjach i instytucjach międzynarodowych,
- ✓ przedstawicielstwach zagranicznych organizacji i instytucji,

- ✓ biurach handlu zagranicznego i komórkach eksportu,
- ✓ przedsiębiorstwach rozwijających współpracę zagraniczną,
- ✓ środkach masowego przekazu zajmujących się zagadnieniami międzynarodowymi,
- ✓ administracji publicznej,
- ✓ organizacjach pozarządowych zorientowanych na współpracę międzynarodową;

### TO TAKŻE:

- ✓ praca menedżera w międzynarodowej korporacji,
- ✓ praca specjalisty i konsultanta biznesowego,
- ✓ absolwenci stosunków międzynarodowych to również politycy i eksperci unijni.



## c.d. Wydziału Nauk Społecznych

Kierunek studiów: Europeistyka

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Wspólny rynek europejski,
- ✓ System bezpieczeństwa europejskiego,
- ✓ Gospodarka funduszami Unii Europejskiej.

### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ praca w administracji rządowej – szczególnie na styku administracji polskiej i unijnej,
- ✓ pełnienie funkcji urzędników odpowiedzialnych za sprawy europejskie w urzędach gmin, starostwach powiatowych, urzędach marszałkowskich,
- ✓ praca na stanowiskach specjalistów zajmujących się zagadnieniami marketingu terytorialnego oraz problemami współpracy zagranicznej jednostek samorządu terytorialnego – ze szczególnym naciskiem na współpracę wewnątrz Unii Europejskiej oraz wykorzystanie środków unijnych dostępnych podmiotom lokalnym,
- ✓ praca na stanowiskach specjalistów ds. pozyskiwania funduszy europejskich w administracji publicznej, przedsiębiorstwach, firmach consultingowych jak również na stanowiskach związanych z oceną, monitoringiem, ewaluacją i rozliczaniem projektów europejskich,
- ✓ praca w przedsiębiorstwach i instytucjach edukacyjnych prowadzących szkolenia w zakresie problematyki europejskiej,
- ✓ praca w organizacjach pozarządowych zorientowanych na problematykę integracji europejskiej.

Kierunek studiów: Pedagogika

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Pedagogika pracy i zarządzania,
- ✓ Pedagogika opiekuńczo-wychowawcza,
- ✓ Edukacja przedszkolna i wczesnoszkolna,
- ✓ Pedagogika sądowo-penitencjarna,
- ✓ Resocjalizacja społecznie nieprzystosowanych,
- ✓ Edukacja obronna i bezpieczeństwo publiczne.

### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ nauczyciel specjalizujący się w postępowaniu z dziećmi i młodzieżą wybitnie uzdolnioną i w rozwijaniu twórczego myślenia,
- ✓ praca w jednostkach szkoleniowych zajmujących się problematyką szkoleń z zakresu pobudzania innowacyjności, rozwoju i oceny kreatywności (np. w charakterze tzw. „łowców głów”),
- ✓ praca w instytucjach doradztwa zawodowego, poradniach edukacyjno-zawodowych, biurach pośrednictwa pracy,
- ✓ praca w instytucjach socjalnych, profilaktyki społecznej, edukacyjnych, opiekuńczych i kulturalnych oraz placówkach pomocy społecznej,
- ✓ pedagog w poradniach psychologiczno-pedagogicznych,
- ✓ praca w ośrodkach adopcyjnych,
- ✓ opiekun w oddziałach placówek służby zdrowia,
- ✓ konsultant socjalny w organizacjach pozarządowych prowadzących działalność nastawioną na niesienie pomocy różnym grupom społecznym,
- ✓ pedagog szkolny, wychowawca-opiekun środowiskowy, kurator sądowy,
- ✓ praca w policji, a także na stanowiskach związanych z resocjalizacją, np. w domach poprawczych, więzieniach itp.,
- ✓ praca w instytucjach zajmujących się opieką nad niepełnosprawnymi,
- ✓ praca w przedsiębiorstwach na stanowiskach specjalistów Human Resources i Public Relations.

Kierunek studiów: Politologia

### SPECJALNOŚCI:

- ✓ Zarządzanie zasobami ludzkimi,
- ✓ Bezpieczeństwo publiczne,
- ✓ Marketing i doradztwo polityczne,
- ✓ Dziennikarstwo.

### PERSPEKTYWY ZAWODOWE:

- ✓ Praca w administracji rządowej i samorządowej,
- ✓ Praca w organach partii politycznych,
- ✓ Praca w organach polskich i międzynarodowych o charakterze gospodarczym, politycznym i społecznym,
- ✓ Praca w redakcjach publicznych prasy, radia i TV.

## Wydział Zarządzania w Ciechanowie

Kierunki studiów: Zarządzanie; Administracja; Informatyka

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.

**Absolwenci** wydziału znajdują zatrudnienie w handlu, przemyśle, w różnego rodzaju agencjach consultingowych, w organizacjach gospodarczych oraz w instytucjach samorządu terytorialnego.

Dziekanat Wydziału Zarządzania w Ciechanowie

ul. Żurawskiego 5, 06-400 Ciechanów

tel. (0-23) 672 50 61; fax (0-23) 672 93 33

**Godziny przyjmowania studentów:**

- poniedziałek – piątek w godzinach 8.00 – 15.00
- sobota – niedziela w godzinach 9.00 – 14.00

## Rekrutacja – 0-22 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 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).
- ◆ **Zaświadczenie lekarskie** stwierdzające brak przeciwwskazań do podjęcia studiów (okres ważności 6 miesięcy).
- ◆ **Cztery fotografie** 35x45mm.
- ◆ **Kserokopia dowodu osobistego.**
- ◆ **Kserokopia książeczki wojskowej** – mężczyźni.
- ◆ **W momencie rekrutacji należy mieć przy sobie dowód osobisty i książeczkę wojskową.**
- ◆ **Potwierdzenie wniesienia opłaty wpisowej** 350 zł wraz z kserokopią.

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**

### **GLÓWNA SIEDZIBA WSM**

Adres: 03-772 Warszawa, ul. Kawęczyńska 36

### **REKRUTACJA**

**W okresie naboru na studia:**

poniedziałek: 11.00 -18.00; wtorek, środa, czwartek: 9.00 -16.00; piątek: 11.00 -18.00; sobota: 9.00 -15.00.

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

**Zapisy na studia:**

- ◆ na semestr jesienno-zimowy 2009 trwać będą od początku czerwca do 15 września;
- ◆ na semestr wiosenno-letni – od początku stycznia do 15 lutego.

**Kontakt:** tel.: 0-22 590 07 30; fax: 0-22 590 07 33; e-mail: rekrutacja@wsm.warszawa.pl

### **WSM w Ursusie**

**Adres:** ul. Plac Czerwony 1976 r. nr. 2, tel/fax 022 478 25 25

**Dojazd:** Pociągiem PKP, do stacji Ursus (dojście około 100 m)

lub autobusem – linii 149, 177, 194, 716 (przyst. w pobliżu szkoły) oraz linii 187, 191, 517, i E-5

### **Wydział zamiejscowy w Ciechanowie**

Szczegóły na: [www.wsm-ciech.com](http://www.wsm-ciech.com)

Dr inż. Agnieszka CIURZYŃSKA  
Prof. dr hab. Andrzej LENART  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WPŁYW ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO NA SKŁAD CHEMICZNY LIOFILIZOWANYCH TRUSKAWEK®

*Celem badań zaprezentowanych w artykule było zbadanie wpływu odwadniania osmotycznego na zawartość i aktywność wody oraz na zawartość cukrów w liofilizowanych truskawkach. Do badań użyto truskawek odmiany Senga Sengana, odwadnianych osmotycznie w roztworach sacharozy, glukozy i syropu skrobiowego, a następnie liofilizowanych. Truskawki zostały równomiernie wysycone cukrem, o czym świadczy tylko nieznaczne obniżenie zawartości cukrów ogółem, cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy w powierzchniowej warstwie liofilizowanych truskawek w stosunku do całego owocu. Odwadnianie osmotyczne w roztworze sacharozy i glukozy spowodowało niewielki wzrost zawartości wody w liofilizowanych truskawkach w stosunku do owoców nieodwadnianych.*

### WPROWADZENIE

Poszerzenie oferty wyrobów spożywczych dostępnych w sprzedaży wymaga poszukiwania nowych produktów wysokiej jakości, atrakcyjnych dla konsumentów, zwłaszcza, że spożycie owoców świeżych jest ciągle poniżej poziomu zalecanego w diecie [3].

Truskawki cenione są za walory smakowe, zapachowe i wartości odżywcze. Owoce świeże są nie tylko smaczne, ale zawierają również duże ilości witamin A, B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> i C oraz znaczne ilości takich pierwiastków, jak żelazo, fosfor, magnez i wapń [5]. W technologii żywności znalazły wiele zastosowań. Ze względu na nietrwałość surowca większość procesów przerobu opartych jest na obróbce termicznej i ma na celu przedłużenie trwałości tych owoców [12].

Suszenie zapewnia usunięcie wody z surowca, przez co zachowana jest stabilność mikrobiologiczna, a zminimalizowaniu ulegają chemiczne i fizyczne zmiany podczas przechowywania produktu końcowego. Wysokie temperatury w tradycyjnych metodach suszenia powodują obniżenie jakości owoców [10], polegające również na dużych zmianach w strukturze, oraz utracie kruchości [1, 8]. Otrzymane w ten sposób truskawki w niczym nie przypominają surowca wyjściowego. Poszukiwane są inne metody suszenia, które pozwolą na zachowanie właściwości chemicznych, fizycznych i biologicznych naturalnego surowca.

Przełomem okazało się wykorzystanie do tego celu liofilizacji, polegającej na zamrożeniu substancji, a następnie sublimacji powstałych kryształów lodu. W próżni lód przechodzi bezpośrednio w parę z pominięciem stanu ciekłego. Na skutek usunięcia wody i pod wpływem niskiej temperatury, większość reakcji mikrobiologicznych ulega zatrzymaniu, co pozwala otrzymać produkt o wysokiej jakości [16].

Przez kilka ostatnich dziesięcioleci prowadzono badania nad zjawiskami fizycznymi występującymi w czasie suszenia sublimacyjnego, co miało umożliwić otrzymanie stabilnego i pożądanego przez konsumenta liofilizowanego produktu [20].

Istnieje jednak potrzeba modyfikacji tego sposobu suszenia, w celu ograniczenia pewnych niekorzystnych właściwości liofilizatów, szczególnie kruchoj i delikatnej struktury. Jednym z możliwych rozwiązań jest odwadnianie osmotyczne przy

użyciu roztworów hipertonicznych, które polega na usunięciu z tkanki roślinnej części wody i wprowadzeniu składników rozpuszczalnych roztworu [11]. Zastosowanie odwadniania osmotycznego w stężonych roztworach wodnych sacharydów pozwala zredukować aktywność wody i otrzymać produkt o cechach bardzo zbliżonych do tych, które posiadają świeże owoce (barwa, tekstura, aromat) [19]. Dzięki obniżeniu aktywności wody w produkcie spowolnieniu ulegają reakcje powodujące pogorszenie jakości. Następuje wzrost stabilności mikrobiologicznej i przedłuża się okres przechowywania owoców [23]. Wielu autorów poleca tę metodę, ponieważ pozwala utrwalić barwę, smak i teksturę suszonych owoców i liofilizowanych owoców i warzyw [17, 19]. Taka obróbka wstępna może być stosowana tylko w przypadku, gdy wzrost zawartości czynnika osmotycznego nie wywiera niekorzystnego wpływu na jakość żywności i czas trwania procesu [22].

**Celem pracy zaprezentowanej w artykule było zbadanie wpływu wstępnego odwadniania osmotycznego na zawartość i aktywność wody oraz na zawartość cukrów w liofilizowanych truskawkach.**

Uwzględnione zostały zróżnicowane warunki odwadniania osmotycznego. Podjęto próbę określenia warunków odwadniania osmotycznego poprzedzającego suszenie sublimacyjne truskawek, umożliwiających oddziaływanie na cechy użytkowe gotowego produktu.

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do badań użyto zamrożone truskawki odmiany Senga Sengana – bez szypulek, kalibrowane, o średnicy około 25-30 mm. Owoce były przechowywane w plastikowych torebkach po 500g każda w zamrażarce, w temperaturze -18°C przez około 12-18 miesięcy.

Zamrożone truskawki były odwadniane osmotycznie w roztworach osmotycznych o aktywności wody ~ 0.9 (sacharoza 61,5%, glukoza 49,2%, syrop skrobiowy 67,2% – równoważnik glukozy DE 30-35) w łaźni wodnej (ELPAN-357) w temperaturze 30°C przez 3 godziny pod ciśnieniem atmosferycznym, przy stosunku masowym surowca do roztworu 1:4 w/w [6]. Układ był wytrząsany z częstotliwością 100 Hz. Po tym czasie truskawki oddzielano od roztworu osmotycznego

na sicie i przemywano dwukrotnie wodą. Podczas odwadniania osmotycznego temperatura w centrum owocu zmieniała się od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Pomiar temperatury wykonywano przy użyciu termopary umieszczonej w centrum owocu.

Odwodnione osmotycznie truskawki zamrażano w zamrażarce National Lab GmbH (ProfiMaster Personal Freezers PMU series) w temperaturze  $-70^{\circ}\text{C}$  przez 2 godziny.

Zamrożone truskawki odwodnione i nieodwadniane osmotycznie suszono w liofilizatorze ALPHA1-4 LDC-1 m, firmy Christ (Osterode am Harz, Niemcy), z kontaktowym ogrzewaniem surowca przy parametrach: ciśnienie 63 Pa, ciśnienie bezpieczeństwa 103 Pa, czas 24 godziny, temperatura półek grzejnych liofilizatora  $30^{\circ}\text{C}$ . Kontrola procesu odbywała się przy użyciu termopary umieszczonej w centrum owocu. Podczas liofilizacji temperatura wewnątrz odwadnianych osmotycznie truskawek zmieniała się od  $-30$  do  $25^{\circ}\text{C}$ . Po liofilizacji owoce zamykano w szklanych słoikach i przechowywano w zaciemnionym miejscu w temperaturze  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  do czasu przeprowadzania badań.

Dla uzyskanych suszy sublimacyjnych wyliczono:

Zawartość wody,  $u$  [ $\text{g H}_2\text{O/g s.s.}$ ]

$$u = \frac{(1-s)}{s} \quad (1)$$

gdzie:

$s$  – zawartość suchej substancji w próbce – ułamek,

Ubytek wody w przeliczeniu na suchą substancję początkową próbki,  $WL$  [ $\text{g H}_2\text{O/g s.s.}$ ]

$$WL = \frac{[m_o * (1-s_o) - m_k * (1-s_k)]}{m_o * s_o} \quad (2)$$

gdzie:

$s_o$  – zawartość suchej substancji w próbce przed procesem technologicznym – ułamek,

$s_k$  – zawartość suchej substancji w próbce po procesie technologicznym – ułamek,

$m_o$  – masa próbki początkowa, przed procesem technologicznym, g,

$m_k$  – masa próbki końcowa, po procesie technologicznym, g.

Aktywność wody liofilizowanych truskawek oznaczano w aparacie Rotronic Hygroskop DT zgodnie z instrukcją producenta w temperaturze  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Analizę wykonywano w dziesięciu powtórzeniach. Próbkę do badań stanowił susz w postaci całej truskawki.

Oznaczanie zawartości cukrów wykonywano kolorymetrycznie [18]. W metodzie wykorzystywano właściwości sacharydów, które w środowisku zasadowym redukują grupy nitrowe kwasu 3,5-dinitrosalicylowego do grup aminowych, a te same utleniają się do odpowiednich kwasów onowych. Powstające aminowe pochodne kwasu 3,5-dinitrosalicylowego mają barwę pomarańczową. Intensywność barwy zależy od ilości sacharydów redukujących w próbce, dlatego może stanowić podstawę do zastosowania w oznaczaniu kolorymetrycznym. Oznaczenie wykonywano w siedmiu powtórzeniach dla całych liofilizowanych truskawek odwadnianych osmotycznie i nieodwadnianych, a uzyskane wyniki odniesiono do owoców zamrożonych. Oznaczano także zawartość cukrów w warstwie powierzchniowej o grubości 2 mm odwodnionych osmotycznie truskawek.

Wynik podano w przeliczeniu na 100 g badanego suszu z truskawek.

Zawartość cukrów bezpośrednio redukujących, C.B.R. [ $\text{g/100g}$ ]:

$$\text{C.B.R.} = \left( \frac{A - 0,013}{4,2018} \right) * \frac{100}{m_n} \quad (3)$$

Zawartość cukrów ogółem, C.O. [ $\text{g/100g}$ ]

$$\text{C.O.} = 2 * \left( \frac{A - 0,013}{4,2018} \right) * \frac{100}{m_n} \quad (4)$$

gdzie:

$A$  – absorbancja,

$m_n$  – masa naważki suszu truskawkowego (około 1 g).

Zawartość sacharozy,  $SA$  [ $\text{g/100g}$ ]

$$SA = 0,95 * (\text{C.O.} - \text{C.B.R.}) \quad (5)$$

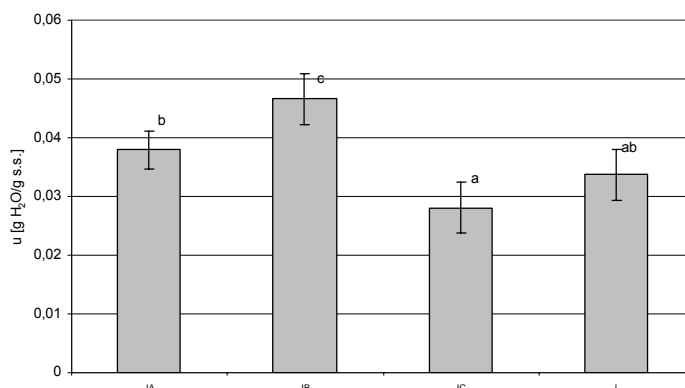
Uzyskane wartości przeliczono na początkową masę suchej substancji zawartej w badanym suszu truskawkowym.

Do przeprowadzenia analizy statystycznej korzystano z pakietu statystycznego Statgraphics Plus wersja 3.0. (Microsoft), Excel 2000 (Microsoft). Dla uzyskanych uśrednionych wyników wyznaczano odchylenia standardowe (sd). Wykorzystano test Fishera do weryfikacji hipotezy o równości średnich wartości analizowanego wskaźnika w badanych próbkach i współczynnik korelacji Pirsona. Analizę przeprowadzono przy poziomie istotności 0,05 [15].

## WYNIKI I DYSKUSJA

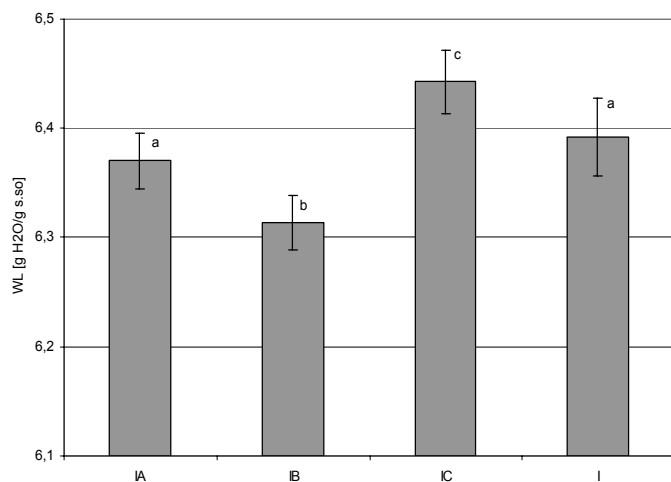
### Wymiana masy w czasie liofilizacji truskawek odwadnianych osmotycznie

Owadnianie truskawek w roztworze sacharozy (IA) i glukozy (IB) wpłynęło na wzrost zawartości wody ( $u$ ) w stosunku do truskawek liofilizowanych nieodwadnianych osmotycznie (I), a zastosowanie roztworu syropu skrobiowego (IC) obniżyło wartość tego wskaźnika w stosunku do suszu sublimacyjnego nieodwadnianego osmotycznie (rys. 1). Stwierdzono istotne statystycznie różnice w zawartości wody w zależności od rodzaju substancji osmotycznej zastosowanej przed liofilizacją.



**Rys. 1.** Wpływ odwadniania osmotycznego i rodzaju substancji osmotycznej na zawartość wody ( $u$ ) w liofilizowanych truskawkach odwadnianych osmotycznie. Rodzaj substancji osmotycznej: A – sacharoz, B – glukoza, C – syrop skrobiowy. abcTe same litery oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (dla poziomu istotności 0,05).

Janowicz i Lenart [4] stwierdzili, że zmiany parametrów odwadniania osmotycznego, takich jak: rodzaj substancji osmotycznej oraz czas, powodowały uzyskanie nieznacznie różnych końcowych zawartości wody w jabłkach suszonych konwekcyjnie wstępnie odwodnionych osmotycznie w roztworze sacharozy, glukozy i syropu skrobiowego.



**Rys. 2.** Wpływ odwadniania osmotycznego i rodzaju substancji osmotycznej na ubytek wody (WL) z liofilizowanych truskawek odwadnianych osmotycznie. Rodzaj substancji osmotycznej: A – sacharoza, B – glukoza, C – syrop skrobiowy. abcTe same litery oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (dla poziomu istotności 0,05).

Również Lenart [7] wykazał, że wraz z podwyższeniem stopnia osmotycznego odwodnienia zwiększa się końcowa zawartość wody w suszonych konwekcyjnie jabłkach.

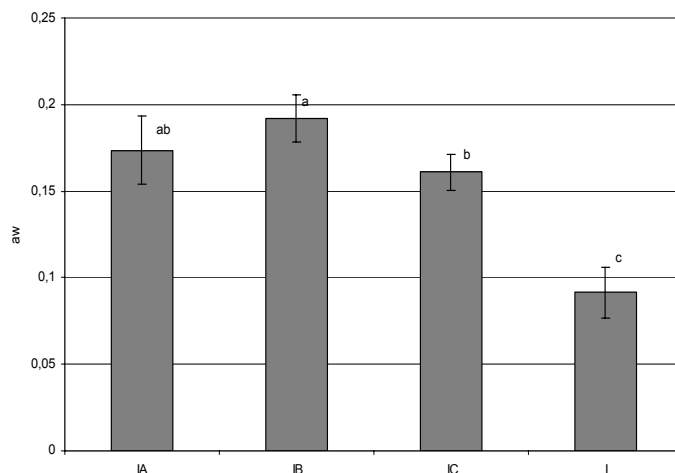
Owadnianie osmotyczne poprzedzające proces liofilizacji wpływa istotnie na zmianę średniego ubytku wody (WL) w suszonych sublimacyjnie truskawkach (rys. 2). Stopień zmian zależy od rodzaju substancji osmotycznej. Zastosowanie roztworu glukozy (IB) powoduje istotnie statystycznie obniżenie WL o około 0,08 jednostki w stosunku do liofilizowanych truskawek nieodwadnianych osmotycznie (I), a obróbka osmotyczna w roztworze syropu skrobiowego (IC) zwiększa WL o 0,05 (rys. 2).

Owadnianie osmotyczne wpłynęło na istotne zwiększenie aktywności wody ( $a_w$ ) suszu w stosunku do truskawek nieodwadnianych osmotycznie (rys. 3). Wykazano także wpływ rodzaju substancji osmotycznej na poziom aktywności wody pomiędzy truskawkami odwadnianymi w roztworze syropu skrobiowego (IC) i glukozy (IB), dla których różnica wyniosła 0,03 jednostki. Dla pozostałych suszy sublimacyjnych wstępnie odwadnianych osmotycznie nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic. Potwierdzają to wyniki badań uzyskane przez Litwińską [9] dla truskawek odwadnianych osmotycznie w roztworze sacharozy, glukozy i syropu skrobiowego, porównanych z nieodwadnianym osmotycznie suszem sublimacyjnym.

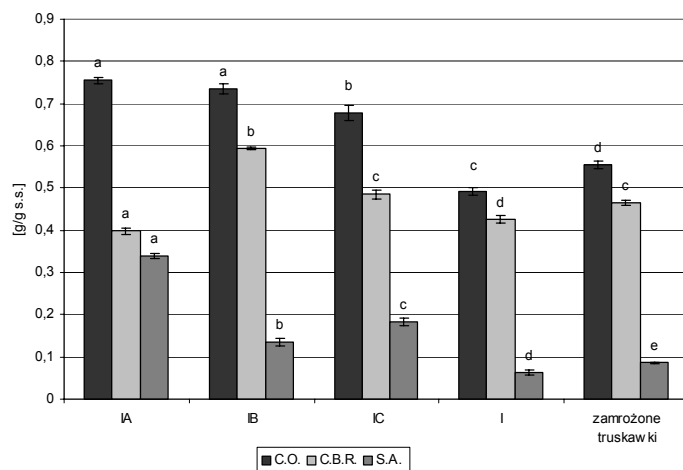
**Wpływ liofilizacji i odwadniania osmotycznego na zmiany zawartości cukrów w liofilizowanych truskawkach odwadnianych osmotycznie**

Liofilizacja wpłynęła na obniżenie zawartości cukrów ogółem (C.O.) o około 0,1 jednostki, cukrów bezpośrednio

redukujących (C.B.R.) o 0,04 jednostki, przy porównaniu liofilizowanych truskawek nieodwadnianych osmotycznie (I) z zamrożonymi (rys. 4). Na skutek suszenia sublimacyjnego nastąpiło także zmniejszenie zawartości sacharozy (SA) w nieodwadnianych osmotycznie liofilizatach (I) w porównaniu do zamrożonych owoców. Mimo niewielkich różnic, rzędu 0,02 jednostek, były one istotne statystycznie (rys. 4).



**Rys. 3.** Wpływ odwadniania osmotycznego i rodzaju substancji osmotycznej na aktywność wody ( $a_w$ ) liofilizowanych truskawek odwadnianych osmotycznie. Rodzaj substancji osmotycznej: A – sacharoza, B – glukoza, C – syrop skrobiowy. abcTe same litery oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (dla poziomu istotności 0,05).



**Rys. 4.** Wpływ liofilizacji i odwadniania osmotycznego na zawartość cukrów ogółem (C.O.), cukrów bezpośrednio redukujących (C.B.R.) i sacharozy (S.A.) (cały suszony owoc). Rodzaj substancji osmotycznej: A – sacharoza, B – glukoza, C – syrop skrobiowy. abcTe same litery oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (dla poziomu istotności 0,05).

Owadnianie osmotyczne spowodowało wzrost zawartości cukrów ogółem (C.O.) w porównaniu do nieodwadnianych osmotycznie (I) liofilizowanych truskawek w zakresie od 0,2 do około 0,3 jednostki (g/g s.s.) (rys. 4). Najwyższy przyrost, rzędu 35%, stwierdzono dla truskawek odwadnianych osmotycznie w roztworze sacharozy (IA) i glukozy (IB), pomiędzy którymi nie stwierdzono istotnych różnic. Dla roztworu syropu skrobiowego (IC) wyniósł on 27%. Jest to

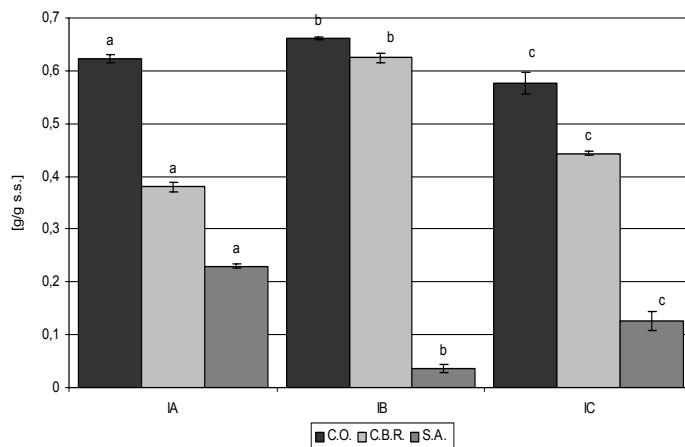
zgodne z wynikami uzyskiwanymi przez Ogonek [14], która po 3 godzinach obróbki osmotycznej truskawek w roztworze sacharozy i glukozy uzyskała zbliżone zawartości cukrów ogółem. Wynika to z faktu, że masa cząsteczkowa substancji osmotycznej nie miała tu takiego wpływu jak w materiałach, których oryginalna struktura tkankowa jest dobrze zachowana. W tym przypadku owoce poddane odwadnianiu osmotycznemu były uprzednio zamrożone, co niewątpliwie wpłynęło na stan struktury. W czasie rozmrażania w roztworze osmotycznym struktura uległa załamaniu, a błony i ściany komórkowe zniszczone przez kryształy lodu, straciły właściwości wybiórcze względem substancji przenikających przez nie. Dlatego substancja osmotyczna, niezależnie od wielkości cząstek, mogła swobodnie przenikać przez zniszczone struktury komórkowe, jak również wnikać do dużych przestrzeni międzykomórkowych, powstałych po usunięciu z nich powietrza, wody i utracie turgoru.

W przypadku cukrów bezpośrednio redukujących obróbka osmotyczna w roztworze glukozy (IB) wpłynęła na przyrost zawartości tych cukrów o około 28%, w stosunku do nieodwadnianych osmotycznie liofilizowanych truskawek (I) (rys. 4). Dla roztworu syropu skrobiowego (IC) różnica ta wyniosła 12%. Obróbka osmotyczna w roztworze sacharozy spowodowała niewielkie, ale istotne statystycznie obniżenie zawartości cukrów bezpośrednio redukujących. Również Ogonek [14] uzyskała najwyższe zawartości cukrów bezpośrednio redukujących w przypadku zastosowania roztworu glukozy. Nieto, Castro i Alzamora [13] wykazali, że dla owoców mango odwadnianych w roztworze glukozy następuje podwyższenie zawartości cukrów bezpośrednio redukujących ze wzrostem stężenia roztworu osmotycznego. Wnikanie glukozy jako cukru bezpośrednio redukującego do tkanki w czasie odwadniania osmotycznego wpłynęło na końcową zawartość cukrów prostych. Ogonek [14] zanotowała wzrost zawartości cukrów prostych także w przypadku obróbki wstępnej w roztworze sacharozy. Może to wynikać z częściowej inwersji sacharozy na skutek uwolnienia się enzymu inwertazy, której obecność w tkance truskawek stwierdzili Viberg i Sjöholm [21]. Natomiast podwyższenie zawartości cukrów prostych w przypadku zastosowania roztworu syropu skrobiowego może być tłumaczone faktem, że syrop skrobiowy jest cukrem, w skład którego wchodzi glukoza (cukier prosty).

Owadnianie osmotyczne spowodowało także wzrost zawartości sacharozy od 54 do 82%, w zależności od rodzaju substancji osmoaktywnej, w stosunku do nieodwadnianych osmotycznie truskawek (rys. 4). Najwyższą zawartość zanotowano w jabłku odwadnianym osmotycznie w roztworze sacharozy (IA), a najniższą przy zastosowaniu roztworu glukozy (IB). Natomiast Ogonek [14] wykazała brak sacharozy w tkankach w przypadku obróbki w roztworze glukozy, co tłumaczy rozkładem sacharozy na skutek działania enzymu inwertazy.

Uzyskane wyniki dla całych truskawek liofilizowanych (rys. 4) porównano z danymi otrzymanymi dla powierzchniowej warstwy suszu sublimacyjnego o grubości 2 mm (rys. 5). Przeprowadzenie analizy miało na celu zbadanie, czy cukry znajdują się głównie na powierzchni owoców, czy też rozmieszczone są w całej tkance równomiernie. Wykazano, że w warstwie powierzchniowej znajduje się mniej wszystkich rodzajów sacharydów: średnio o około 0,07-0,13 jednostki (g/g s.s.) cukrów ogółem, 0,03-0,18 jednostki cukrów bezpośred-

nio redukujących i 0,06-0,1 jednostki sacharozy, w porównaniu ze średnią zawartością w owocach. Truskawki odwadniane w roztworze glukozy (IB) wykazały największy przyrost cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących w stosunku do owoców odwadnianych w roztworze sacharozy (IA) i syropu skrobiowego (IC) (rys. 5). Podobnie jak w przypadku całego suszu sublimacyjnego, najwyższą zawartość sacharozy stwierdzono w owocach odwadnianych w roztworze sacharozy (IA), rzędu 0,23, a najniższą w truskawkach odwadnianych w roztworze glukozy (IB): 0,035 g/g s.s.



**Rys. 5.** Wpływ liofilizacji i odwadniania osmotycznego na zawartość cukrów ogółem (C.O.), cukrów bezpośrednio redukujących (C.B.R.) i sacharozy (S.A.) (warstwa powierzchniowa – 2 mm). Rodzaj substancji osmotycznej: A – sacharoza, B – glukoza, C – syrop skrobiowy. abcTe same litery oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (dla poziomu istotności 0,05).

Niewielkie różnice w zawartości cukrów pomiędzy całą tkanką suszonych sublimacyjnie truskawek a warstwą powierzchniową, a nawet obniżenie tych wartości, świadczy o równomiernym wysyceniu tkanki truskawek przez substancję osmotyczną. Dodatkowo, znaczenie może mieć przemywanie owoców wodą po odwadnianiu osmotycznym, co niewątpliwie usunęło część cukrów z warstwy powierzchniowej truskawek. Znaczenie przemywania powierzchni jabłek odwadnianych osmotycznie przed suszeniem owiewowym opisuje Lenart [7]. Twierdzi, że ma ono duży wpływ na właściwości powierzchni suszu przy nieistotnych zmianach jego wnętrza. Tylko niewielka część powierzchni pokryta była sacharozą w przeważającej części w postaci krystalicznej. Takie zmiany potwierdza analiza mikroskopowa obrazu dla liofilizowanych truskawek odwadnianych osmotycznie [2].

## PODSUMOWANIE

1. Odwadnianie osmotyczne w roztworze sacharozy i glukozy spowodowało niewielki wzrost zawartości wody w liofilizowanych truskawkach w stosunku do owoców nieodwadnianych. Natomiast przy zastosowaniu roztworu syropu skrobiowego nastąpiło obniżenie tego wskaźnika. Aktywność wody liofilizowanych truskawek odwadnianych osmotycznie była wyższa w stosunku do owoców nie poddanych tej obróbce. Najwyższą wartość aktywności wody uzyskano dla truskawek odwadnianych w roztworze glukozy.

2. Poprzedzenie suszenia sublimacyjnego odwadnianiem osmotycznym spowodowało przyrost zawartości cukrów ogółem, w stosunku do zawartości w nieodwadnianych osmotycznie truskawkach. Największą wartość uzyskano dla truskawek poddanych tej obróbce w roztworze sacharozy i glukozy. Odwadnianie osmotyczne truskawek w roztworze glukozy wpłynęło także na uzyskanie przez nie najwyższych zawartości cukrów bezpośrednio redukujących, a w przypadku zastosowania roztworu sacharozy nastąpiło obniżenie zawartości cukrów bezpośrednio redukujących w stosunku do nieodwadnianych osmotycznie owoców.

3. Wystąpiło tylko nieznaczne obniżenie zawartości cukrów ogółem, cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy w powierzchniowej warstwie liofilizowanych truskawek o grubości 2 mm, w stosunku do całego owocu, co mogło być wynikiem wymywania cukrów w czasie przemywania truskawek po odwadnianiu osmotycznym. Świadczy to o równomiernym wysyceniu owoców przez cukier w czasie odwadniania osmotycznego.

## LITERATURA

- [1] Akanbi C. T., Oludemi F. O.: Effect of processing and packaging on the lycopene content of tomato products, *Int. J. Food Prop.*, 2004, 7, 139-152.
- [2] Ciurzyńska A., Lenart A.: Wpływ odwadniania osmotycznego na zmiany struktury liofilizowanych truskawek, *Acta Agrophysica*, 2008, 13 (3), 613-624.
- [3] Contreras C., Martin-Esparza M.E., Chiralt A., Martin-Navarrete N.: Influence of microwave application on convective drying: Effects on drying kinetics, and optical and mechanical properties of apple and strawberry, *J. Food Eng.*, 2008, 88, 55-64.
- [4] Janowicz M., Lenart A.: Wpływ wstępnego odwadniania osmotycznego na współczynnik dyfuzji wody w tkance jabłek suszonych konwekcyjnie, *Inż. Rol.*, 2005, 11, 191-199.
- [5] Kunachowicz H., Nadolna I., Prugeta B., Iwanow K.: Tabele Wartości Odżywczej Produktów Spożywczych, Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 1998, 534.
- [6] Lenart A., Dąbrowska R.: Kinetics of osmotic dehydration of apples with pectin coatings, *Drying Technol.*, 1999, 17, 1359-1375.
- [7] Lenart A.: Sacharoza jako czynnik modyfikujący osmotyczno-owiewowe utrwalanie jabłek, SGGW – AR, Warszawa 1988.
- [8] Lewicki P.P.: Effect of pre-drying treatment, drying and rehydration on plant tissue properties: a review, *Int. J. Food Prop.*, 1998, 1, 1-22.
- [9] Litwińska M.: Wpływ odwadniania osmotycznego na właściwości suszonych sublimacyjnie truskawek, Praca magisterska, SGGW, Warszawa 2003.
- [10] Maskan M.: Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying, *J. Food Eng.*, 2001, 48, 177-182.
- [11] Montserrat F., Wet S.: Effect of osmotic stress on microstructure and mass transfer in onion and strawberry tissue, *J. Sci. Food Agric*, 2003, 83, 951-953.
- [12] Moreno J., Chiralt A., Escriche I., Serra J.A.: Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries, *Food Res. Int.*, 2000, 33, 609-616.
- [13] Nieto A., Castro M.A., Alzamora S.M.: Kinetics of moisture transfer during air drying of blanched and/or osmotically dehydrated mango, *J. Food Eng.*, 2001, 50, 175-185.
- [14] Ogonek A.: Studia nad wpływem powłok jadalnych na wymianę masy w czasie odwadniania osmotycznego truskawek, Praca doktorska, SGGW, Warszawa 2005.
- [15] Praca zbiorowa: Wybrane zagadnienia wnioskowania statystycznego z wykorzystaniem pakietu STATGRAPHICS, Red.: Grzegorzewski P., Politech. Warszawska, Warszawa 2002.
- [16] Ratti C.: Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review, *J. Food Eng.*, 2001, 49, 311-319.
- [17] Spiazzi E., Mascheroni R.: Mass transfer model for osmotic dehydration of fruits and vegetables, *J. Food Eng.*, 1998, 34, 387-410.
- [18] Toczko M., Grzelińska A.: Materiały do ćwiczeń z biochemii, SGGW, Warszawa 1997, s. 38-41.
- [19] Torreggiani D.: Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing, *Food Research Int.*, 1993, 26, 59-68.
- [20] Tsinontides S.C., Rajniak P., Pham D., Hunke W.A., Placek J., Reynolds S.D.: Freeze drying-principles and practice for successful scale-up to manufacturing, *Int. J. Pharm.*, 2004, 280, 1-16.
- [21] Viberg U., Sjöholm I.: Sucrose inversion during osmotic pre-treatment of strawberries, *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 1998, 31, 546-551.
- [22] Wang W., Sastry S.K.: Effect of thermal and electrothermal pre-treatment on hot air drying rate and vegetable tissue, *J. Food Eng.*, 2000, 23, 299-319.
- [23] Wiley C.R.: Minimally processed refrigerated fruits & vegetables, New York: Chapman & Hall., 1994, 66-127.

## THE INFLUENCE OF OSMOTIC DEHYDRATION ON CHEMICAL COMPOSITION OF FREEZE-DRIED STRAWBERRIES

### SUMMARY

*The aim of the research presented in this paper was to investigate the influence of osmotic dehydration on water content and water activity and sugar content of freeze – dried strawberries. Senga Sengana strawberries were osmotically dehydrated in sucrose, glucose solution and starch syrup and freeze-dried. Strawberries were uniformly saturated by sugars, what provide insignificant decrease in total sugar content, directly reduced sugars and sucrose in surface layer for freeze-dried strawberries in comparison to whole fruit. Osmotic dehydration in sucrose and glucose solution caused small increase in water content in freeze-dried strawberries in comparison to fruit without osmotic dehydration.*

Dr inż. Ewa JAKUBCZYK

Dr inż. Ewa GONDEK

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

## CHARAKTERYSTYKA SUSZENIA PRÓŻNIOWEGO SPIENIONEGO PRZECIERU JABŁKOWEGO®

Badania realizowano w ramach grantu MNiSW nr N312 2478 33 w latach 2007-2009

*Celem badań zaprezentowanych w artykule było określenie wpływu temperatury suszenia i grubości warstwy materiału na kinetykę suszenia próżniowego spienionego przecieru jabłkowego. Charakterystykę procesu badano dla materiału o grubości 4 i 10 mm, w temperaturze 50, 60 i 70°C przy stałym ciśnieniu 10 kPa. Przecier spieniano z dodatkiem 2% albuminy i 0,5% metylocelulozy w ciągu 5 min. Badania przeprowadzono również dla niespienionego przecieru jabłkowego. Suszenie próżniowe przecieru w postaci piany wpływało na skrócenie procesu dla wszystkich badanych temperatur i grubości warstwy materiału. Wzrost temperatury suszenia próżniowego i zmniejszenie grubości warstwy spienionego przecieru wpływały na istotne zwiększenie szybkości suszenia i skrócenie czasu procesu. Stwierdzono, że wraz z wzrostem temperatury i grubości warstwy zwiększała się średnia wartość efektywnego współczynnika dyfuzji.*

### WSTĘP

Suszenie pulp owocowych i uzyskanie dobrej jakości proszków jest niezwykle trudne ze względu na obecność cukrów i kwasów o małej masie cząsteczkowej [6]. Węglowodany takie jak glukoza, fruktoza czy sacharoza mają niską temperaturę przejścia szklistego, co powoduje wysoką higroskopijność suszonej żywności [18]. Suszenie rozpyłowe soków bez dodatku substancji o dużej masie cząsteczkowej (maltodekstryny) powoduje, iż suszony materiał jest lepki i przywiera do ścian komory suszarki [5].

Wiele ciekłych produktów spożywczych przekształconych w formę stabilnych pian można poddać suszeniu uzyskując proszek w formie instant o dobrej jakości. Suszenie pianowe składa się z trzech etapów: formowanie stabilnej piany zawierającej produkt, który ma być suszony, suszenie piany do formy cienkiej warstwy (maty) oraz kompresja wysuszonego materiału poprzez rozdrobnienie go do sykiego proszku [10]. Technika pianowa była z powodzeniem stosowana do suszenia pulp z mango [17], bananów [20] oraz soku jabłkowego [12].

Otwarta porowata struktura, powstała wskutek spienienia wpływa na zachowanie dużej szybkości przenoszenia masy i skrócenie czasu suszenia. Suszenie pianowe umożliwia usunięcie wody z materiałów (soki i przecieri), które suszone innymi metodami przyjmują formę lepkiego syropu [12].

Suszone soki i przecieri owocowe, są szeroko stosowane jako składniki wielu produktów spożywczych, takich jak: lody, jogurty, puddingi, wyroby cukiernicze i piekarskie [11]. Jednym z istotnych wyróżników jakościowych produktów suszonych jest ich aromat. W wyniku suszenia pianowego uzyskuje się produkty o wysokim stopniu zachowania związków lotnych i korzystnych właściwościach rekonstrukcyjnych [17].

Obecnie prowadzone badania koncentrują się nad wykorzystaniem różnych metod suszenia spienionych materiałów. Oprócz najczęściej stosowanego suszenia konwekcyjnego, piany suszono mikrofalowo, sublimacyjnie, rozpyłowo [17] i próżniowo [5].

Suszenie w warunkach obniżonego ciśnienia pozwala ograniczyć procesy oksydacyjne np. brunatnienie [5] oraz umożliwia obniżenie temperatury, co korzystnie wpływa na jakość uzyskanego produktu.

**Celem pracy realizowanej w ramach ww. grantu MNiSW była analiza procesu suszenia próżniowego przecieru jabłkowego w formie piany i w stanie naturalnym w temperaturach od 50 do 70°C oraz zbadanie wpływu grubości warstwy i temperatury suszenia na dyfuzję wody.**

### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowił przecier jabłkowy (16, 5 Brix) spieniany z dodatkiem 2% albuminy (Fluka) i 0,5% metylocelulozy (Methocel® 65, HG Fluka). Materiał spieniano przy użyciu miksera laboratoryjnego w ciągu 5 min. Uzyskaną pianę o gęstości  $0,31 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$  nakładano na szalkę Petriego o średnicy 166 mm i suszono pod obniżonym ciśnieniem w suszarce komorowej SPT 200 w temperaturze 50, 60 i 70°C. Grubość warstwy materiału poddawanego suszeniu wynosiła 4 i 10 mm. Suszono również przecier niespieniony w temperaturze 70°C, przy grubości warstwy 10 mm. Ciśnienie w komorze było utrzymywane w granicach 10 kPa. Suszenie prowadzono do uzyskania stałej masy, rejestrowano masę suszonego materiału oraz czas, temperaturę i ciśnienie.

Na podstawie ubytków masy w czasie suszenia wykreślano krzywe suszenia, w funkcji względnej zawartości wody w czasie:

$$MR = \frac{u - u_r}{u_o - u_r} \quad (1)$$

gdzie: MR – bezwymiarowa względna zawartość wody; u – zawartość wody w czasie suszenia, kg/kg s.s.;  $u_o$  – początkowa zawartość wody, kg/kg s.s.;  $u_r$  – równowagowa zawartość wody, kg/kg s.s.



**Tabela 1.** Modele matematyczne zastosowane do opisu krzywych suszenia

Numer model	Nazwa modelu	Równanie modelu
1	Newtona [2]	$MR = \exp(-k \cdot t)$
2	Page'a [2]	$MR = \exp(-k \cdot t^n)$
3	Hendersona i Pabisa [3]	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
4	Logarytmiczny [2]	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b$
5	Midilliego i wsp. [13]	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$
6	Logistyczny [19]	$MR = b / (1 + a \cdot \exp(k \cdot t))$
7	Dwuskładnikowy [19]	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b \cdot \exp(-k_i \cdot t)$

Objaśnienia:

MR względna zawartość wody; k i  $k_i$  – współczynniki suszarnicze ( $\text{min}^{-1}$ ), n- eksponent; t- czas, min; a i b- współczynniki równania.

Analizę regresji krzywych suszenia i szybkości suszenia przeprowadzono przy wykorzystaniu programów Table Curve 2D i Statgraphics Plus 5.0. Porównano 7 różnych modeli stosowanych przez innych autorów do opisu krzywych suszenia materiałów w warstwie (tab. 1) w celu wyboru równania najlepiej opisującego dane eksperymentalne. Analiza statystyczna obejmowała również wyznaczenie wartości zredukowanego testu chi-kwadrat ( $\chi^2$ ) oraz średniego błędu kwadratowego (RMSE) jako parametrów stanowiących główne kryterium wyboru optymalnego modelu. Niskie wartości  $\chi^2$  charakteryzowały dobre dopasowanie modelu, a bliskie zeru wartości RMSE wskazywały na małe różnice między wartościami wyliczonymi a eksperymentalnymi. Parametry statystyczne wyliczono z zależności:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{i,p} - MR_{i,e})^2}{N}} \quad (2)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{i,e} - MR_{i,p})^2}{N - n} \quad (3)$$

gdzie:  $MR_{i,p}$  – wyliczona (przewidywana) wartość względnej zawartości wody,  $MR_{i,e}$  – eksperymentalna wartość względnej zawartości wody, N- liczba obserwacji, n- liczba stałych w równaniu modelu.

Charakterystykę dyfuzji wody w materiale suszonym w warstwie oparto na równaniu zaproponowanym przez Crank [1] dla płyty nieskończonej:

$$MR = \frac{u - u_r}{u_o - u_r} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-\frac{(2n+1)^2 \cdot \pi^2 \cdot D \cdot t}{4L^2}\right] \quad (4)$$

gdzie: D – współczynnik dyfuzji  $\text{m}^2/\text{s}$ ; L – grubość warstwy, m; t – czas suszenia, s.

Wyznaczono krzywe zależności logarytmu bezwymiarowej zawartości wody ( $\ln MR$ ) od czasu suszenia. Krzywoliniowy charakter tej zależności świadczy o istotnym wpływie zawartości wody na współczynnik dyfuzji. W takim przypadku do wyznaczenia efektywnego współczynnika dyfuzji za-

stosowano metodę nachyleń [9, 20]. Efektywny współczynnik dyfuzji wyznaczono ze wzoru [20]:

$$D_{eff} = \frac{\left(\frac{dMR}{dt}\right)_{exp}}{\left(\frac{dMR}{dF_o}\right)_{th}} \cdot L^2 \quad (5)$$

gdzie:  $(dMR/dt)_{exp}$  – nachylenie krzywej suszenia uzyskanej z danych eksperymentalnych przy danej zawartości wody,  $(dMR/dF_o)_{th}$  – nachylenie teoretycznej krzywej dyfuzji przy danej zawartości wody,  $F_o$  – liczba Fouriera,  $F_o = D_{eff}/L^2$ .

Wyznaczone wartości efektywnego współczynnika dyfuzji przedstawiono w zależności od zmieniającej się zawartości wody w czasie suszenia. Wartość średnią efektywnego współczynnika dyfuzji wyznaczono jako średnią całkową z zależności:

$$D_{eff, sred} = \frac{1}{u_k - u_o} \cdot \int_{u_o}^{u_k} D_{eff}(u) du \quad (6)$$

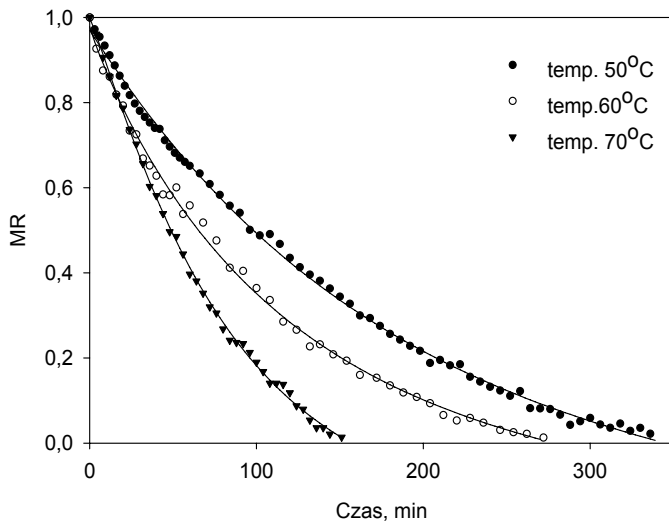
gdzie:  $u_k, u_o$  – końcowa i początkowa zawartość wody,  $\text{kg}/\text{kg}$  s.s.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki analizy regresji zmian względnej (bezwymiarowej) zawartości wody w czasie suszenia przedstawiono w tabeli 2. Badane modele, których równania zestawiono w tabeli 1, charakteryzowały się wysokimi wartościami  $R^2$  od 0,9777 do 0,9988. Średni błąd kwadratowy RMSE, dla wszystkich analizowanych równań przyjmował wartości niższe niż 0,0465. Na podstawie wyznaczonych parametrów statystycznych  $\chi^2$  ( $1 \cdot 10^{-4}$ ÷ $5 \cdot 10^{-4}$ ) i RMSE (0,0100÷0,0205) stwierdzono, że model 5- Midilliego i wsp. [13] doskonale opisywał krzywe suszenia próżniowego w badanym zakresie temperatur i grubości warstwy. Równaniem tym opisano krzywe suszenia materiału spienionego jak i przecieru jabłkowego. Na rysunku 1 i 2 przedstawiono dane eksperymentalne jak i krzywe regresji, które w nieznacznym stopniu odbiegają od wartości doświadczalnych.

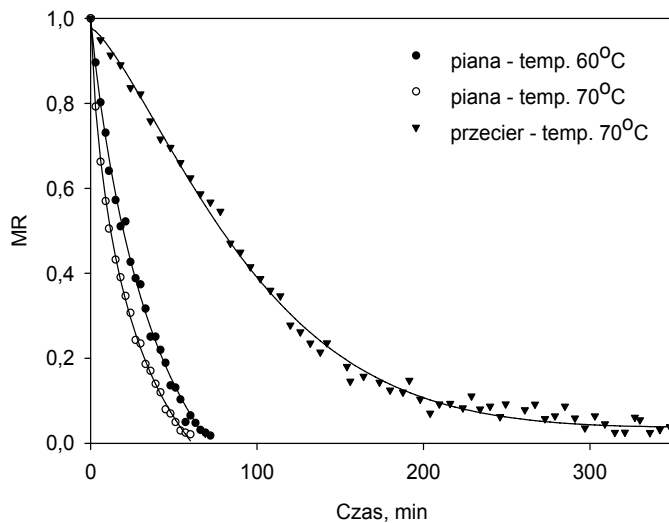
Krzywe suszenia spienionego przecieru w warstwie 10 mm wskazują na istotny wpływ temperatury procesu (rys. 1). Spieniony materiał suszył się w temperaturze 50°C przez 336 min do zawartości wody 0,052  $\text{kg}/\text{kg}$  s.s.. Wzrost temperatury suszenia do 60°C wpływał na dalsze skrócenie czasu suszenia do 272 min i obniżenie zawartości wody do 0,0405  $\text{kg}/\text{kg}$  s.s. Czas suszenia w temperaturze 50°C był ponad dwukrotnie dłuższy w porównaniu z materiałem suszonym w 70°C.

Wpływ temperatury powietrza na kinetykę procesu obserwowano również podczas suszenia materiału w warstwie o grubości 4 mm. Zwiększenie temperatury powietrza z 60 do 70°C miało wpływ na skrócenie czasu suszenia z 72 do 60 minut. Zawartość wody w materiale wysuszonym w 60 i 70°C nie różniła się statystycznie istotnie i wynosiła średnio 0,041  $\text{kg}/\text{kg}$  s.s. Skrócenie czasu suszenia wraz ze wzrostem temperatury powietrza obserwowano w przypadku suszenia próżniowego bakłażana [21] i puree z mango [4]. Mniejsza grubość suszonego materiału wpływała na skrócenie drogi dyfuzji i czasu suszenia.



Rys. 1. Krzywe suszenia spienionego przecieru jabłkowego w warstwie o grubości 10 mm.

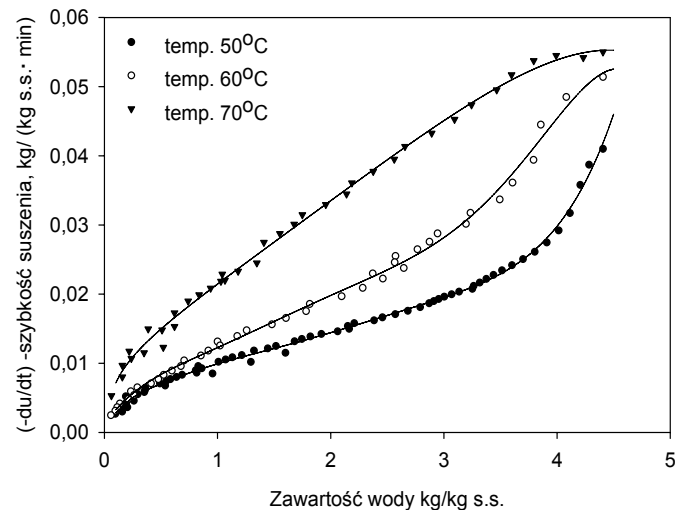
Badano również kinetykę suszenia (niespionego) przecieru w warstwie o grubości 4 mm, który suszył się średnio 4,5-krotnie dłużej niż materiał spieniony (rys. 2). Masa przecieru odpowiadała ilości materiału spienionego, który suszono w warstwie o grubości 10 mm. Zatem przy zachowaniu tej samej masy, materiał spieniony suszył się (w temperaturze 70°C) 2,5-krotnie krócej niż przecier. Jaya i Das [5] dodawali monosterynian glicerolu (jako środek spieniający) do pulpy z mango, aby zachować porowatą (ekspandowaną) strukturę materiału jaka tworzyła się podczas początkowego stadium suszenia próżniowego. Duży stosunek powierzchni materiału spienionego do jego objętości wpływał na przyspieszenie procesów transportu ciepła i masy [14].



Rys. 2. Krzywe suszenia przecieru jabłkowego i materiału spienionego warstwie o grubości 4 mm.

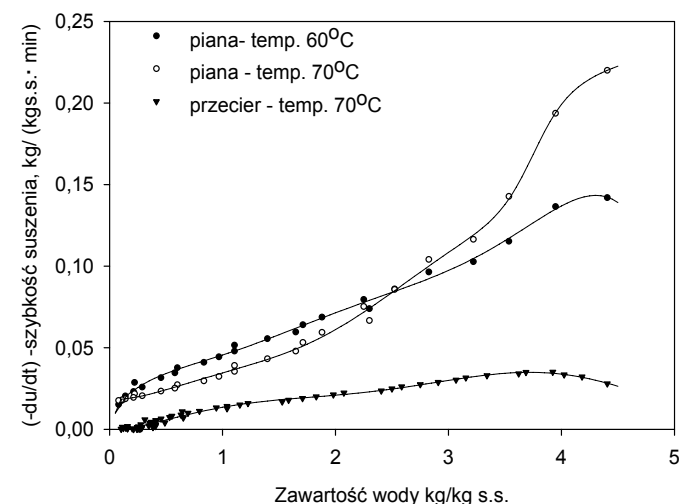
Analiza krzywych szybkości suszenia wskazuje brak pierwszego okresu suszenia (rys. 3). Istotnie wyższe wartości szybkości procesu obserwowano podczas suszenia spienionego przecieru w warstwie o grubości 10 mm w wysokiej temperaturze. Kształt krzywych szybkości suszenia w temperaturze 50 i 60°C jest zbliżony, natomiast krzywa suszenia w 70°C w szerokim zakresie zawartości wody ma przebieg liniowy. Przy zawartości wody 1 kg/kg s.s spieniony przecier suszył się

w 70°C z prędkością dwukrotnie większą od wartości uzyskanych w niższych temperaturach. Jaya i wsp. [7] obserwowali duże szybkości suszenia próżniowego pulpy z mango podczas początkowego etapu usuwania wody, po czym szybkość procesu gwałtownie malała.



Rys. 3. Krzywe szybkości suszenia próżniowego spienionego przecieru jabłkowego w temperaturach od 50 do 70°C w warstwie o grubości 10 mm.

Początkowa szybkość suszenia materiału w warstwie 4 mm była 3÷4-krotnie większa od wartości uzyskiwanych w warstwie 10 mm. Spieniony przecier suszył się szybciej w temperaturze 70°C niż 60°C do zawartości wody 2,5 kg/kg s.s, po czym dalszy proces usuwania wody z materiału przebiegał ze zbliżonymi szybkościami suszenia w obu temperaturach (rys. 4). Przy mniejszej grubości warstwy suszonego materiału wpływ temperatury na szybkość suszenia był istotny w początkowym etapie suszenia.

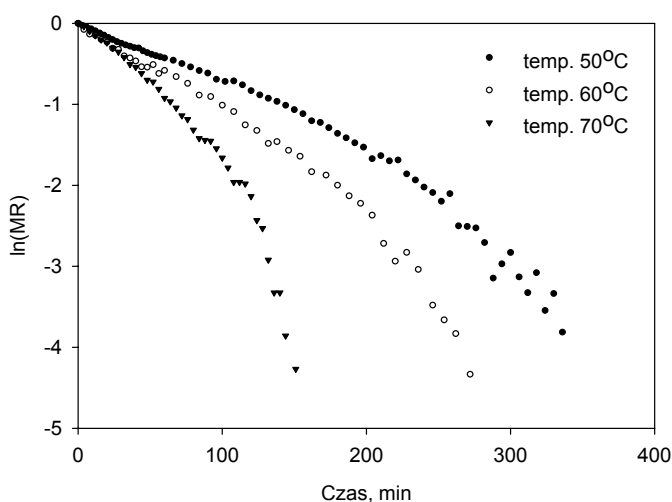


Rys. 4. Krzywe szybkości suszenia próżniowego spienionego przecieru jabłkowego w temperaturze 60 i 70°C oraz przecieru niespionego w temperaturze 70°C w warstwie o grubości 4 mm.

Przecier suszył się wolniej niż materiał spieniony w warstwie 4 mm (rys. 4). W procesie suszenia przecieru jabłkowego po krótkim okresie nagrzewania materiału, następował etap malejącej szybkości suszenia, nie obserwowano okresu

stałej szybkości suszenia. Rajkumar i wsp. [16] obserwowali proces suszenia pulpy z mango, który od początku przebiegał z malejącą szybkością suszenia, co jest charakterystyczne dla materiałów o wysokiej zawartości wody. Jednocześnie szybkość suszenia po pierwszych 5 minutach była ponad 2,5-krotnie większa dla materiału spienionego w porównaniu z pulpą mango.

Na rysunku 5 przedstawiono zmiany logarytmu bezwymiarowej zawartości wody ( $\ln(MR)$ ) w czasie suszenia. Nieliniowy przebieg krzywej wskazuje na zmienność współczynnika dyfuzji w zależności od zawartości wody w materiale [21], dlatego efektywny współczynnik dyfuzji wyznaczono z równania (5).



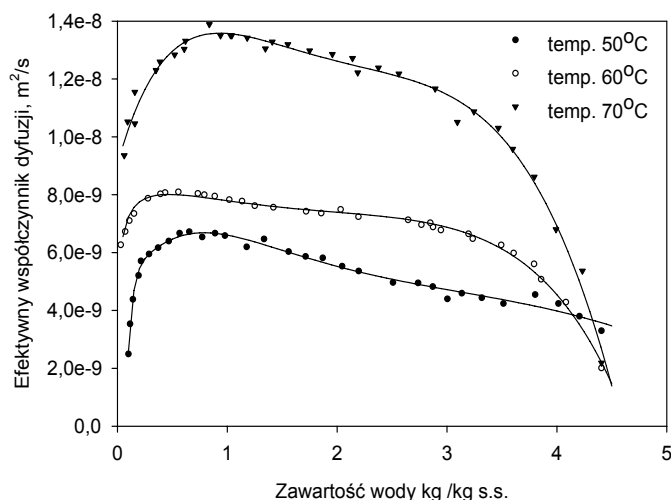
**Rys. 5.** Zmiany  $\ln(MR)$  w czasie suszenia spienionego przecieru suszonego w warstwie o grubości 10 mm.

Zmiany wartości efektywnego współczynnika  $D_{eff}$  w funkcji zawartości wody w czasie suszenia spienionego przecieru przedstawiono na rysunku 6. W początkowym etapie suszenia wraz ze zmniejszającą się zawartością wody w materiale wartość współczynnika  $D_{eff}$  wzrastała, co związane było z nagrzewaniem materiału i wzrostem jego temperatury. W temperaturze 60 i 70°C obserwowano gwałtowny wzrost wartości  $D_{eff}$  do zawartości wody 3,0 kg/kg s.s., dalsze suszenie wpływało na nieznaczne zwiększenie wartości współczynnika. Po tym etapie przy niskich zawartościach wody w materiale wartość  $D_{eff}$  malała wraz z zmniejszaniem ilości wody w materiale. Wzrost temperatury suszenia w zakresie od 50 do 70°C wpływał na zwiększenie wartości efektywnego współczynnika dyfuzji, tendencję taką obserwowano również podczas suszenia materiału w warstwie o grubości 4 mm.

W tabeli 3 przedstawiono średnie wartości efektywnego współczynnika dyfuzji wyznaczone z równania (6). Wraz ze wzrostem temperatury powietrza wartość współczynnika  $D_{eff}^{śred}$  zwiększała się podczas suszenia spienionego przecieru. Analogiczną tendencję obserwowano podczas suszenia pulpy z bananów [21] czy wytlóków kokosowych [8].

Wartość średniego efektywnego współczynnika dyfuzji uzyskana dla przecieru była nieznacznie mniejsza niż dla materiału spienionego. Rajkumar i wsp. [15] obserwowali również niższe wartości współczynnika dyfuzji dla pulpy z mango ( $5,3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ ) w porównaniu z materiałem spienionym ( $9,7 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Duża porowatość materiału i rozwinięta

powierzchnia spienionej pulpy ułatwiała dyfuzję wody podczas suszenia. Wzrost grubości warstwy spienionego przecieru wpływał na zwiększenie wartości współczynników  $D_{eff, śred}$ . Zależność taką obserwowano również podczas suszenia pulpy z mango [4, 15].



**Rys. 6.** Zależność efektywnego współczynnika dyfuzji od zawartości wody dla suszonego spienionego przecieru w temperaturach od 50 do 70°C przy grubości warstwy – 10 mm.

## WNIOSKI

1. Na proces suszenia próżniowego przecieru jabłkowego przy tej samej grubości warstwy materiału, jak i tej samej masie, korzystnie wpływa spienianie przecieru i kilkakrotnie skraca czas suszenia w porównaniu z materiałem niespionym, co ma znaczenie w praktyce przemysłowej. Istotne skrócenie czasu suszenia wpływa na redukcję nakładów energetycznych w procesie suszenia.

2. Wzrost temperatury powietrza i zmniejszenie grubości materiału w warstwie miało wpływ na skrócenie czasu procesu i zwiększenie szybkości suszenia próżniowego. Przy mniejszej grubości warstwy spienionego przecieru jabłkowego (4 mm) przy zawartościach wody poniżej 2,5 kg/kg s.s., obserwowano tylko nieznaczne różnice pomiędzy szybkościami suszenia w temperaturze 60 i 70°C.

3. W początkowym etapie suszenia próżniowego wraz ze zmniejszającą się zawartością wody w materiale spienionym i przecierze – wartość współczynnika dyfuzji wzrastała, w dalszym etapie suszenia ze względu na niską zawartość wody – ulegała zmniejszeniu. Spienienie wpływało na rozwinięcie powierzchni materiału i poprawiało dyfuzję wody podczas suszenia. Wraz ze wzrostem temperatury i grubości warstwy zwiększała się średnia wartość efektywnego współczynnika dyfuzji.

Tabela 2. Charakterystyka opisu krzywych suszenia

Numer modelu	Materiał	Grubość warstwy, mm	Temperatura °C	RMSE	$\chi^2$	R <sup>2</sup>
1	Piana	10	50	0,0332	0,00111	0,9856
		10	60	0,0229	0,00053	0,9926
		10	70	0,0429	0,00187	0,9781
		4	60	0,0413	0,00177	0,9777
		4	70	0,0359	0,00131	0,9783
	Przecier	4	70	0,0465	0,00218	0,9808
2	Piana	10	50	0,0255	0,00066	0,9915
		10	60	0,0224	0,00052	0,9929
		10	70	0,0186	0,00036	0,9959
		4	60	0,0410	0,00182	0,9779
		4	70	0,0220	0,00050	0,9918
	Przecier	4	70	0,0294	0,00088	0,9923
3	Piana	10	50	0,0322	0,00106	0,9864
		10	60	0,0226	0,00053	0,9928
		10	70	0,0352	0,00128	0,9852
		4	60	0,0405	0,00178	0,9784
		4	70	0,0257	0,00069	0,9888
	Przecier	4	70	0,0431	0,00189	0,9835
4	Piana	10	50	0,0096	0,00010	0,9988
		10	60	0,0134	0,00019	0,9975
		10	70	0,0110	0,00013	0,9986
		4	60	0,0256	0,00074	0,9914
		4	70	0,0257	0,00070	0,9888
	Przecier	4	70	0,0415	0,00177	0,9846
5	Piana	10	50	0,0100	0,00010	0,9987
		10	60	0,0127	0,00017	0,9977
		10	70	0,0100	0,00010	0,9988
		4	60	0,0205	0,00050	0,9945
		4	70	0,0110	0,00013	0,9980
	Przecier	4	70	0,0194	0,00039	0,9967
6	Piana	10	50	0,0186	0,00035	0,9955
		10	60	0,0180	0,00034	0,9954
		10	70	0,0162	0,00027	0,9969
		4	60	0,0346	0,00135	0,9843
		4	70	0,0257	0,00070	0,9888
	Przecier	4	70	0,0284	0,00083	0,9928
7	Piana	10	50	0,0322	0,00107	0,9864
		10	60	0,0226	0,00054	0,9928
		10	70	0,0352	0,00131	0,9852
		4	60	0,0405	0,00193	0,9784
		4	70	0,0257	0,00071	0,9889
	Przecier	4	70	0,0431	0,00192	0,9835

Tabela 3. Średnie wartości efektywnego współczynnika dyfuzji przecieru jabłkowego dla różnych warunków suszenia

Materiał	Temperatura suszenia °C	Grubość suszonej warstwy, mm	Średni współczynnik dyfuzji m <sup>2</sup> /s
Piana	50	10	5,30 · 10 <sup>-9</sup>
	60	10	6,76 · 10 <sup>-9</sup>
	70	10	1,13 · 10 <sup>-8</sup>
	60	4	4,07 · 10 <sup>-9</sup>
	70	4	5,39 · 10 <sup>-9</sup>
Przecier	70	4	5,01 · 10 <sup>-9</sup>

## LITERATURA

- [1] Crank, J.: The Mathematics of Diffusion, Oxford, Clarendon Press, 1975.
- [2] Ertekin C., Yaldiz O.: Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model, Journal of Food Engineering, 2004, 63, 349-359.
- [3] Henderson S.M., Pabis S.: Grain drying theory, II. Temperature effects on drying coefficients, Journal of Agricultural Engineering Research, 1961, 6, 169-174.
- [4] Jaya S., Das H.: A vacuum drying model for mango pulp, Drying Technology, 2003, 21 (7), 1215-1234.
- [5] Jaya S., Das H.: Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties, Journal of Food Engineering, 2004, 63, 125-134.
- [6] Jaya S., Das H.: Accelerated storage, shelf life and color of mango powder, Journal of Food Processing and Preservation, 2005, 29, 45-62.
- [7] Jaya S., Das H., Mani S.: Optimization of maltodextrin and tricalcium phosphate for producing vacuum dried mango powder, International Journal of Food Properties, 2006, 9, 13-24.
- [8] Jena S., Das H.: Modeling for vacuum drying characteristics of coconut presscake, Journal of Food Engineering, 2007, 79, 92-99.
- [9] Karathanos V.T., Villalobos G., Saravacos G.D.: Comparison of two methods of estimation of the effective moisture diffusivity from drying data, Journal of Food Science, 1990, 55, 218-223.
- [10] Karim A.A., Wai C.C.: Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree, Stability and air drying characteristics, Food Chemistry, 1999, 64, 337-343.
- [11] Komes D., Lovrić T., Kovačević Ganić K.: Aroma of dehydrated pear products, LWT – Food Science and Technology, 2007, 40, 1578-1586.
- [12] Kudra T., Ratti C.: Foam-mat drying: Energy and cost analyses, Canadian Biosystems Engineering, 2006, 48 (3), 27-32.
- [13] Midilli A., Kucuk H., Yapar Z.: A new model for single layer drying, Drying Technology, 2002, 20, 1503-1513.
- [14] Morgan A.I. Jr., Ginnette L.F., Randall J.M., Graham R.P.: Technique for improving instants, Food Engineering 1959, 31 (9), 86-87.
- [15] Rajkumar P., Kailappan R., Viswanathan R., Raghavan G.S.V., Ratti C.: Foam mat drying of alphonso mango pulp, Drying Technology, 2007, 25, 357-365.

- [16] Rajkumar P., Kailappan R., Viswanathan R., Raghavan G.S.V.: Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer, *Journal of Food Engineering*, 2007, 79, 1452-1459.
- [17] Ratti C., Kudra T.: Drying of foamed biological materials: opportunities and challenges, *Drying Technology*, 2006, 24, 1101-1108.
- [18] Roos Y.H.: Glass transition-related physicochemical changes in foods, *Food Technology*, 1995, 49 (10), 97-102.
- [19] Soysal Y.: Mathematical modeling and evaluation of microwave drying kinetics of mint, *Journal of Applied Sciences*, 2005, 5 (7), 1266-1274.
- [20] Thuwapanichayanan R., Prachayawarakorn S., Soponronnarit S.: Drying characteristics and quality of banana foam mat, *Journal of Food Engineering*, 2008, 86, 573-583.
- [21] Wua L., Orikasa T., Ogawa Y., Tagawa A.: Vacuum drying characteristics of eggplants, *Journal of Food Engineering*, 2007, 83, 422-429.

## VACUUM DRYING CHARACTERISTICS OF FOAMED APPLE PULP

### SUMMARY

*The aim of the research presented in this paper was to determine the effect of drying temperature and the thickness of material layer on the kinetics of vacuum drying process of foamed apple pulp. Drying characteristics of the pulp was investigated under varying conditions of pulp thickness (4, 10 mm) and vacuum chamber temperature (50, 60, 70°C) at constant pressure of 10 kPa. Apple pulp was foamed with 2% albumin and 0.5% methylcellulose for 5 minutes. The kinetics of non-foamed apple pulp was also investigated. The drying time was lower for foamed apple pulps as compared to non-foamed pulp at all thickness and drying temperatures. The increase of temperature and the decrease of foam thickness resulted in a large increase in drying rates and shorter drying time. Effective moisture diffusivity was found to increase with increase in both foam thickness and drying temperature.*

Dr inż. Dorota NOWAK

Inż. Paula PIECHUCKA

Krzysztof KRÓLIKOWSKI

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WPŁYW METODY ZAMRAŻANIA SUROWCA JAKO OPERACJI WSTĘPNEJ NA PRZEBIEG SUSZENIA SUBLIMACYJNEGO®

Wyniki uzyskano dzięki finansowaniu ze środków budżetowych przyznanych na realizację projektu badawczego nr N312 050 32/2700 MNiSW na lata 2007-2010

*Celem badań zaprezentowanych w artykule była ocena wpływu metody mrożenia materiału roślinnego na przebieg suszenia sublimacyjnego. Materiałem do badań był burak czerwony odmiany Czerwona Kula. Zastosowano 3 metody mrożenia: samozamrożenie w liofilizatorze, w warunkach konwekcji wymuszonej oraz w warunkach konwekcji naturalnej. Zmiennymi parametrami procesu suszenia była temperatura półki grzejnej. Przebieg liofilizacji oceniono na podstawie pomiarów rozkładu temperatury w materiale w trakcie procesu suszenia. Stwierdzono, że, z punktu widzenia przebiegu suszenia, szybkie mrożenie w warunkach konwekcji wymuszonej (-40°C) było najbardziej efektywne. Proces liofilizacji zachodził w tym przypadku najszybciej. Samozamrożenie w początkowym etapie suszenia okazało się nieodpowiednią metodą do suszenia buraka. Ze względu na zbyt małą intensywność odparowania materiał nie uległ pełnemu zamrożeniu.*

### WSTĘP

Proces sublimacji powszechnie występujący w przyrodzie, od zarania dziejów towarzyszy ludziom mieszkającym w klimacie, w którym występują ujemne temperatury. Pierwsze świadome zastosowanie tego zjawiska miało miejsce w obszarze badań biologicznych. Zastosowanie liofilizacji do suszenia żywności zaczęło rozwijać się w latach 70-tych i było podyktowane głównie poszukiwaniami metod produkcji wysokiej jakości żywności na potrzeby kosmonautów i wojska [1, 3]. Pierwsze aplikacje dotyczyły warzyw, mięsa i ekstraktów kawy.

Suszenie sublimacyjne jest powszechnie uważane za metodę odwoławczą, choć stosunkowo drogą [2, 3], ale pozwalającą w sposób najbardziej pełny zachować walory surowców świeżych. Jego obecny rozwój jest związany z trendami do produkcji żywności wygodnej (szybko odtwarzalne dania) [7] oraz funkcjonalnej (produkt trwały w warunkach otoczenia, o mocno zredukowanej masie, o dużej gęstości składników żywieniowych), a także coraz większą dbałością producentów żywności o możliwie wysoką jakość produktu [1, 4].

Suszenie liofilizacyjne jest odparowaniem ze stanu zamrożenia, tak więc zamrożenie stanowi etap przygotowania surowca do procesu. Zjawiska, które występują w trakcie mrożenia tkanki roślinnej związane są z krystalizacją wody, ruchem wody i składników suchej substancji przez ścianę komórkową, krystalizacją składników suchej substancji [5] w soku komórkowym zagęszczonym wskutek kriokoncentracji oraz dyfuzją masy wewnątrz materiału [6]. Ich przebieg ma istotny wpływ na stopień zmian w materiale, a poprzez to na jakość produktu finalnego.

Proces zamrażania może być realizowany zarówno w urządzeniach przeznaczonych do liofilizacji, jak i w urządzeniach zewnętrznych. Pozwala to na swobodny dobór metody zamrażania produktu, dostosowanej do charakteru danego surowca oraz na lepsze zachowanie jego naturalnych właściwości strukturalnych, biochemicznych i funkcjonalnych.

Z punktu widzenia prowadzenia procesu wygodne jest stosowanie samozamrożenia, polegającego na obniżeniu temperatury poniżej temperatury krioskopowej, jako efektu wykorzystania ciepła materiału do odparowania wody z produktu w warunkach obniżającego się w liofilizatorze ciśnienia. Następuje ono w początkowym etapie procesu w pobliżu parametrów punktu potrójnego wody (ciśnienie 610 Pa, temperatura 273, 16°K) [4]. Nie jest jednak zalecane do produktów płynnych, pastowanych i o dużej lepkości ze względu na rozpryskiwanie podczas gwałtownego odparowania ze stanu jeszcze niezamrożonego.

Zależnie od szybkości mrożenia wstępnego, krystalizacja wody prowadzi do tworzenia różnej wielkości kryształów i w zależności od wielkości kryształów różny jest stopień mechanicznego uszkodzenia struktury komórkowej materiału [6]. Wielkość kryształów powinna też warunkować długość czasu niezbędnego do całkowitego zakończenia procesu sublimacji.

**Celem artykułu jest zaprezentowanie oceny wpływu zastosowania zróżnicowanych metod mrożenia buraka czerwonego, jako operacji poprzedzającej sublimację, na czas trwania suszenia. Podstawę tej oceny stanowiła analiza pola temperaturowego wewnątrz materiału w czasie trwania procesu.**

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Surowcem do badań były buraki odmiany Czerwona Kula pochodzące z Przedsiębiorstwa Ogrodniczego Plantico Zielonki. Materiał krojono w plastry o grubości 1 cm przy pomocy szatkownicy Robot Coupe (Francja). Średnica plasterów wynosiła ok 10 cm.

Materiał w ilości ok. 8 plasterów (ok. 350 g) rozkładano na tacy liofilizatora. Środkowy plaster był plastrem pomiarowym, w którym umieszczano termopary. Do pomiarów temperatury wykorzystano bezprzewodowy 4-punktowy czujnik

Tracksense Pro firmy Ellab (Dania). Wartości mierzone przez czujniki rejestrują temperaturę w pamięci loggera, a odczyt wyników następuje po zakończeniu pomiaru przy wykorzystaniu bazy Ellab i programu LyoLog. Temperaturę monitorowano w trzech punktach plastra:

- ok. 1 mm od dolnej powierzchni plastra,
- w środku (w osi poziomej),
- ok. 1 mm od powierzchni górnej.

Pomiaru dokonywano co minutę.

Tak przygotowany materiał poddawano zamrożeniu:

- poprzez samozamrożenie (wariant oznaczony skrótem SM) w liofilizatorze,
- w zamrażarce IRINOX (Włochy) w temp.  $-40^{\circ}\text{C}$  przez 1 h, w warunkach konwekcji wymuszonej, (oznaczenie MKW-40),
- w zamrażarce szufladowej Electrolux (Szwecja) w temperaturze  $-20^{\circ}\text{C}$  przez 4 h, w warunkach konwekcji naturalnej (oznaczenie MKN-20).

Proces liofilizacji prowadzono w suszarce firmy Christ model Gamma 1-16 f-my Christ (Szwajcaria), w której materiał ogrzewany jest kontaktowo. Dla każdego rodzaju mrożenia prowadzono suszenie liofilizacyjne przy 3 różnych temperaturach półek: 5, 25 i  $45^{\circ}\text{C}$ . Ciśnienie robocze w komorze wynoszące 0,630 mbar, tj 63 Pa, odpowiadało temperaturze odparowania w stanie równowagi termodynamicznej  $-25^{\circ}\text{C}$ . Zastosowano ciśnienie bezpieczeństwa 1,65 mbar (1650 Pa) w celu ochrony zamrożonego materiału przed wzrostem temperatury powyżej  $-20^{\circ}\text{C}$ . Osiągnięcie tego ciśnienia wyznacza jednocześnie moment włączenia systemu grzania półek.

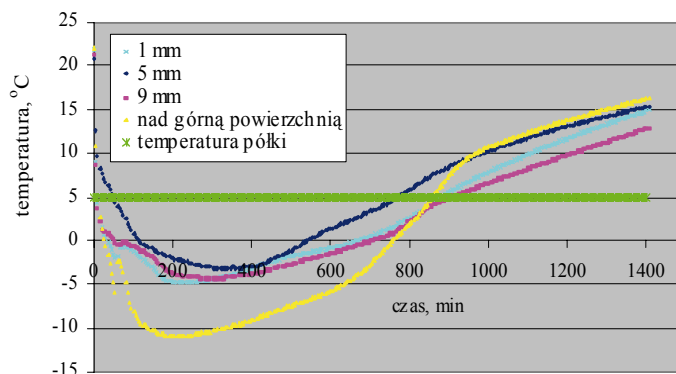
Proces prowadzono przez 24 godziny.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

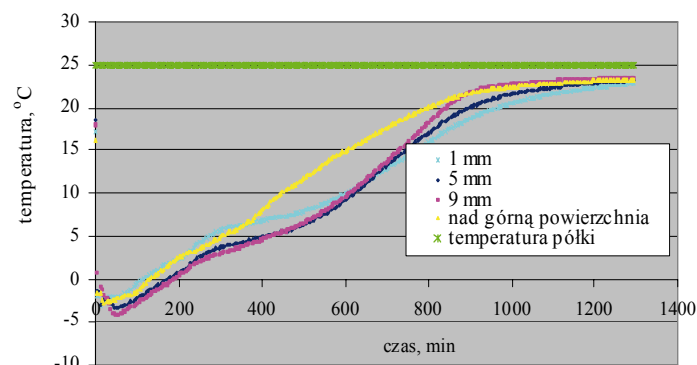
Analizując przebieg krzywych temperaturowych na etapie samozamrożenia w każdym z trzech wariantów suszenia sublimacyjnego (Rys. 1, 2, 3) należy stwierdzić, że ten sposób uzyskania materiału zamrożonego okazał się nieskuteczny. Minimalna uzyskana temperatura wynosiła  $-5^{\circ}\text{C}$ , co oznacza obecność w materiale ok. 30% wody niewymrożonej (na podstawie prawa Raoulta). Gdyby proces samoodparowania osiągnął stan równowagi termodynamicznej, temperatura materiału powinna wynosić  $-25^{\circ}\text{C}$  [3]. Osiągnięte wartości temperatur świadczą o ograniczonym odparowaniu, co musiało wynikać ze zbyt dużych oporów ruchu wody wewnątrz materiału, ale również z oporów wnikania pary wodnej do otoczenia, gdyż temperatura mierzona 1 mm pod górną powierzchnią plastra (9 mm od powierzchni kontaktu z płytą) była tylko o ok.  $2^{\circ}\text{C}$  niższa od temperatury w środku płyty. Stan częściowego zamrożenia utrzymywał się tylko w przypadku, gdy temperatura półki wynosiła  $+5^{\circ}\text{C}$  i obserwowany był do ok. 6-8 godziny procesu (Rys. 1). W pozostałych przypadkach temperatura materiału, niezależnie od miejsca pomiaru, osiągała wartości dodatnie po ok. 0,5 h, gdy temperatura półki wynosiła  $+45^{\circ}\text{C}$  (Rys. 3) lub po ok. 3 h w przypadku trzeciego wariantu (Rys. 2).

W procesie liofilizacji, w którym temperatura półki wynosiła  $+25^{\circ}\text{C}$  temperatura osiągnęła stałą wartość, świadcząca o uzyskaniu w danych warunkach przez materiał równowagowej zawartości wody, praktycznie po 24 h procesu. Gdy tem-

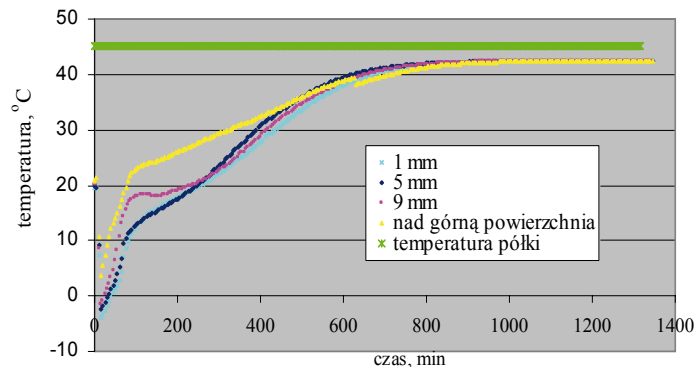
peratura półki wynosiła  $+45^{\circ}\text{C}$ , analogiczny stan osiągnięto po ok. 19 h. Prowadzony proces liofilizacji, z poprzedzającym go samozamrożeniem miał więc cechy suszenia pod obniżonym ciśnieniem, a nie liofilizacji.



**Rys. 1.** Krzywe temperaturowe podczas liofilizacji (temp. półki  $+5^{\circ}\text{C}$ ) obejmujące zmiany temperatury podczas samozamrożenia.



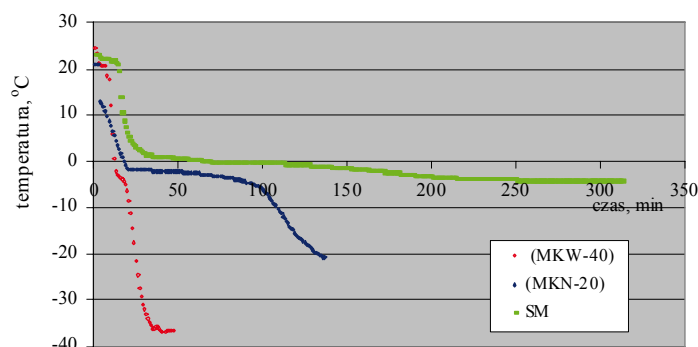
**Rys. 2.** Krzywe temperaturowe podczas liofilizacji (temp. półki  $+25^{\circ}\text{C}$ ) obejmujące zmiany temperatury podczas samozamrożenia.



**Rys. 3.** Krzywe temperaturowe podczas liofilizacji (temp. półki  $+45^{\circ}\text{C}$ ) obejmujące zmiany temperatury podczas samozamrożenia.

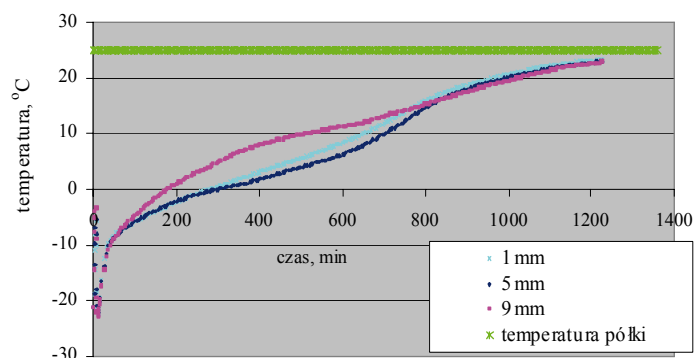
Krzywe mrożenia dla centrum geometrycznego próbek przedstawiono na rys. 4. Porównując metody mrożenia w warunkach konwekcji naturalnej (MKN-20) oraz wymuszonej (MKW-40), można zauważyć zróżnicowaną szybkość obniżania temperatury materiału, zarówno powyżej temperatury krioskopowej jak i po okresie zamrażania właściwego, co wpłynęło na czas zamrażania właściwego. Szybkość zmiany temperatury dla warunków MKN-20 wyniosła  $-0,27^{\circ}\text{C}/\text{min}$

a dla MKW-40 8 razy więcej, tzn.  $-2,2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Ilość wody wymrożonej, wyliczona na podstawie prawa Raoult'a, wyniosła odpowiednio 0,975 kg/kg oraz 0,986 kg/kg. Dane te świadczą o zróżnicowanych warunkach mrożenia, tak więc dają podstawy do przyjęcia założenia, że materiał został również zróżnicowany pod względem ilości kryształów lodu, a więc i jakości.



**Rys. 4.** Krzywe mrożenia buraka dla zastosowanych warunków mrożenia poprzedzającego liofilizację.

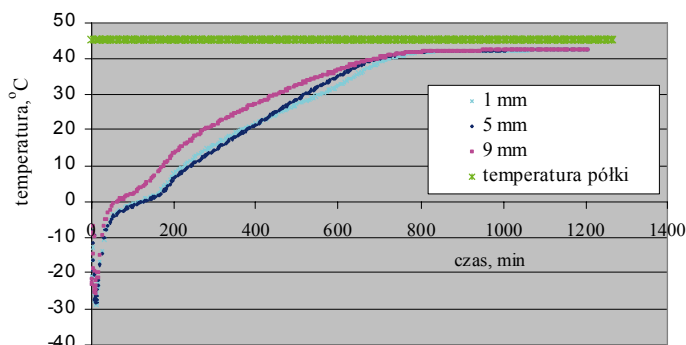
Na wykresie zmian temperatury w czasie, mierzonej od momentu uruchomienia liofilizatora, charakterystycznymi punktami są dwie wartości. Jedną z nich to maksymalna temperatura, którą osiąga materiał podczas ustalania się warunków procesu od momentu umieszczenia go w liofilizatorze do osiągnięcia parametrów punktu potrójnego. Drugą jest wartość uzyskana po osiągnięciu ciśnienia 0,630 mbar. Pierwsza z tych wartości wynosiła ok.  $-4^{\circ}\text{C}$ , a dla próbek MKW-40 – ok.  $-5^{\circ}\text{C}$ , niezależnie od stosowanej temperatury półki (Rys. 4). Nastąpił więc bardzo istotny wzrost temperatury materiału, podczas którego mogła wystąpić rekrytalizacja. Brak zróżnicowania dla wariantów suszenia wynika z faktu, że grzanie półki włącza się dopiero po uzyskaniu ciśnienia bezpieczeństwa, stąd ten etap jest dla obu wariantów analogiczny.



**Rys. 5.** Przebieg zmian temperatury próbki podczas liofilizacji (temp. półki  $+25^{\circ}\text{C}$ ) materiału MKN-20.

Pod wpływem dalszego obniżenia ciśnienia do 0,630 mbar (druga wartość charakterystyczna) nastąpiło odparowanie wody i temperatura buraka obniżyła się odpowiednio do wartości  $-17$  oraz  $-13^{\circ}\text{C}$ , (odpowiednio dla wariantu MKN-20 i MKW-40, mierzonej w osi poziomej) – w przypadku liofilizacji prowadzonej przy temperaturze półki  $+25^{\circ}\text{C}$  (rys. 5), oraz do wartości odpowiednio  $-25$  i  $-9^{\circ}\text{C}$ , gdy proces prowadzono przy temperaturze półki  $+45^{\circ}\text{C}$  (rys. 6). Materiał w środku termicznym w trzech wykonanych wariantach nie uzyskał temperatury odpowiadającej temperaturze równo-

wagi termodynamicznej przy ciśnieniu 63 Pa, tj.  $-25^{\circ}\text{C}$ . Fakt ten świadczy o dużych oporach ciepła i masy, powodujących ograniczenie możliwości sublimacji.



**Rys. 6.** Przebieg zmian temperatury próbki podczas liofilizacji (temp. półki  $+45^{\circ}\text{C}$ ) materiału MKN-20.

Analiza określonych doświadczalnie temperatur pozwala stwierdzić, że materiał MKN-20 i MKW-40 we wstępnym etapie rozruchu urządzenia, trwającym ok. 2 minuty ogrzewa się w sposób istotny, przez co narażony jest na zmiany w strukturze. Z kolei obniżenie temperatury po przekroczeniu punktu potrójnego wynikające z redukcji ciśnienia i intensywnego odparowania, jest większe w przypadku materiału MKN-20 w porównaniu z materiałem MKW-40, niezależnie od temperatury półki. Wynika to prawdopodobnie z większej ilości niewymrożonej wody, która łatwiej odparowuje niż lód.

Podczas właściwej liofilizacji, od momentu osiągnięcia minimalnej w danych warunkach temperatury, następuje jej ciągły wzrost, przy czym w przebiegu krzywych temperaturowych można wyróżnić 2 etapy: I – szybkiego wzrostu temperatury i II – łagodnego wzrostu temperatury (Rys 5 i 6), niezależnie od miejsca pomiaru temperatury. Wzrost temperatury jest spowodowany ograniczeniem odparowania, będącym rezultatem mniejszej ilości lodu w materiale (mniejsza siła napędowa ruchu masy). Wzrost temperatury w określonych warunkach do ustalonej wartości jest więc informacją o kończącym się procesie suszenia.

**Tabela 1.** Przyrost temperatury podczas liofilizacji

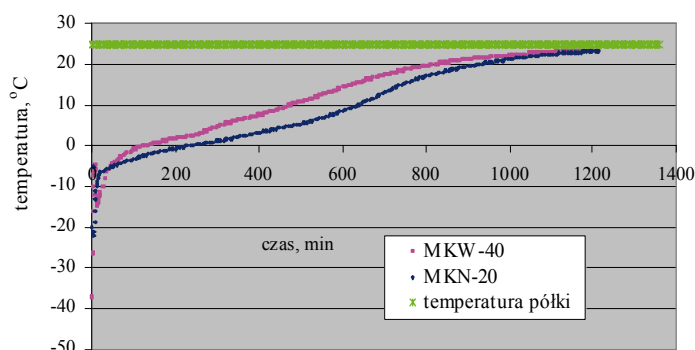
temperatura półki, ( $^{\circ}\text{C}$ )	Sposób mrożenia	I etap, ( $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )	II etap, ( $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )
5	KN-20	0,18	0,017
	KW-40	0,17	0,016
25	KN-20	0,48	0,03
	KW-40	0,33	0,03
45	KN-20	0,59	0,06
	KW-40	0,28	0,07

Aby porównać przebieg zmian temperatury dla badanych wariantów procesu liofilizacji obliczono szybkość zmian temperatury dla charakterystycznych etapów przebiegu procesu (Tab. 1). Większa szybkość wzrostu temperatury w materiale oznacza mniej intensywne odparowanie. Można zauważyć, że różnice w szybkości przyrostu temperatury – w zależności od sposobu mrożenia, występują tylko podczas I etapu procesu. Ponieważ dotyczy on zakresu temperatur, w których woda powinna występować w fazie stałej, należy przypuszczać, że wynikają one z różnych metod mrożenia. W drugim przedziale czasowym, dotyczącym temperatury dodatniej szybkość zmian

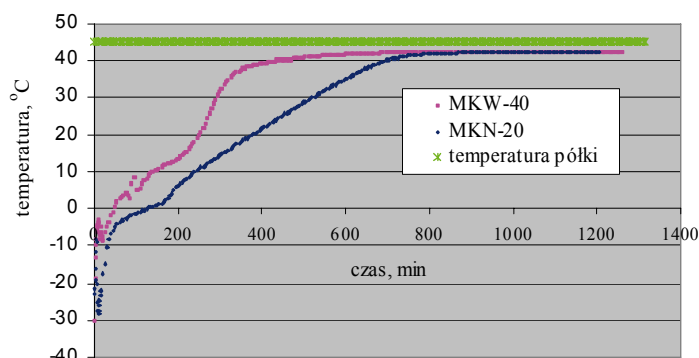


temperatury, niezależnie od sposobu mrożenia, osiąga zbliżone wartości. Wydaje się, że w pierwszym etapie odparowuje lód utworzony na zewnątrz komórki (w przestrzeniach międzykomórkowych), w drugim lód powstały wewnątrz komórki i w ścianach komórkowych (stąd dodatkowe opory ruchu masy związane z dyfuzją przez błony i ściany komórkowe).

Przyjmując stałość temperatury materiału jako wyznacznik końca suszenia sublimacyjnego, należy stwierdzić, że czas trwania procesu dla buraka MKW-40 jest krótszy, co jest szczególnie wyraźne wówczas, gdy zastosowano temperaturę półki +45°C.



**Rys. 7.** Porównanie przebiegu liofilizacji (temp. półki +25°C) w zależności od warunków mrożenia poprzedzającego liofilizację (pomiar temperatury w osi poziomej próbki).



**Rys. 8.** Porównanie przebiegu liofilizacji (temp. półki +45°C) w zależności od warunków mrożenia poprzedzającego liofilizację (pomiar temperatury w osi poziomej próbki).

## PODSUMOWANIE

1) Zastosowane metody mrożenia materiału przed suszeniem sublimacyjnym, miały istotny wpływ na przebieg samego procesu mrożenia. W przypadku samozamrożenia 30% wody nie uległo wymrożeniu, co, w przypadku badanego rodzaju materiału (z uwzględnieniem grubości próbki), eliminuje zastosowanie tego sposobu mrożenia, jako poprzedzającego suszenie sublimacyjne.

2) Materiał mrożony metodą konwekcji wymuszonej uległ szybszemu zamrożeniu. Podczas tego procesu temperatura -20°C została osiągnięta po ok. 16 minutach, podczas gdy w warunkach konwekcji naturalnej po ok. 136 minutach. Szybkość obniżania temperatury różniła się ok. 8-krotnie. Ilość wody wymrożonej w warunkach konwekcji wymuszonej była większa o ok. 1 punkt procentowy od odpowiedniej

wartości osiągniętej podczas mrożenia w warunkach konwekcji naturalnej i wynoszącej 0,986 kg/kg.

3) Wzrost temperatury zamrożonego materiału na etapie osiągania przez liofilizator zadanych parametrów może doprowadzić do rekrystalizacji lodu, a przez to do uszkodzenia struktury materiału. Wydaje się, że metodą zapobieżenia temu niekorzystnemu zjawisku może być schładzanie płyt grzejnych do temperatury mrożonego materiału.

4) Struktura komórkowa wydaje się determinować przebieg procesu liofilizacji.

## LITERATURA

- [1] Cohen J. S., Yang T. C. S.: Progress in food dehydration, Trends in Food Science & Technology, 1995, 1 (6), 20-25.
- [2] Fabisiak A., Witrowa-Rajchert D., Głuszko J.: Wpływ temperatury na wybrane właściwości jabłek suszonych konwekcyjnie i sublimacyjnie, Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 2003, 2, suplement, 19-27.
- [3] Gujgo E. I., Żurawska N. K., Kauchczeszewi E. I.: Suszenie sublimacyjne produktów spożywczych, Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego, Warszawa 1968.
- [4] Krokida M. K., Philippopoulos C.: Volatility of apples during air and freeze drying, Journal of Food Engineering, 2006, 73 (2), 135-141.
- [5] Schelenz G., Engel J., Rupprecht H.: Sublimation during lyophilization by temperature profile and X-ray technique, International Journal of Pharmaceutics, 1995, 113, 133-140.
- [6] Sun W.: The cavitation-implosion hypothesis of freeze drying damage to biological materials, Cryobiology, 2008, 57, 333.
- [7] Woźnica A., Lenart A.: Właściwości fizyczne suszonej sublimacyjnie żywności, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2005 15/27 (1), 17-20.

## EFFECT OF FREEZING MODE AS A PRETREATMENT, ON FREEZE DRYING PROCESS

### SUMMARY

*The aim of the research presented in this paper was to examine the effect of freezing mode before freeze drying on course of process. Red beet v. Czerwona Kula was a material. The temperature of heating shelves and mode of freezing, which was a pretreatment, were variable parameters of the process. The results measure the temperature of the material obtained during the freeze-drying of beet. A fast-freezing condition in forced convection (-40 C) turned out to be the most effective mode of freezing. It shortened freeze drying time significantly. Self-freezing proved to be an unsuitable method for drying beet. Due to too low intensity of evaporation material has not been fully frozen.*

Dr inż. Eliza KOSTYRA  
Prof. dr hab. Franciszek ŚWIDERSKI  
Mgr inż. Małgorzata ŻEBROWSKA  
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, SGGW w Warszawie

## CHARAKTERYSTYKA JAKOŚCI SENSORYCZNEJ I STOPNIA AKCEPTACJI KONSUMENCKIEJ WYBRANYCH NAPOJÓW ENERGETYZUJĄCYCH®

*Napoje energetyzujące zawierają w swoim składzie wiele substancji biologicznie aktywnych odpowiedzialnych m.in. za zwiększenie koncentracji i logicznego myślenia w okresie zmęczenia oraz zmniejszonej wydajności organizmu. Głównym czynnikiem determinującym ich wybór przez potencjalnych konsumentów i spożycie jest atrakcyjność sensoryczna. W badaniach porównano wybrane napoje enregetyzujące pod względem jakości sensorycznej oraz określono ich stopień akceptacji przez konsumentów. Ponadto zebrano opinie konsumentów w zakresie częstotliwości spożycia i oddziaływania ogólnodostępnych na rynku napojów energetyzujących. Stwierdzono, że napoje różniły się istotnie pod względem barwy, intensywności zapachu i smaku słodkiego, owocowego, smaku musującego i orzeźwiającego oraz jakości ogólnej. Wykazano tendencję w zróżnicowaniu ogólnej akceptacji napojów oraz zaobserwowano zmiany w optymalnej intensywności kluczowych wyróżników. Smak, marka/producent i cena to główne czynniki brane pod uwagę przy zakupie napojów przez konsumentów.*

**Słowa kluczowe:** *napoje energetyzujące, jakość sensoryczna, profil, badania semikonsumenckie.*

### WPROWADZENIE

Napoje energetyzujące lub inaczej „energy drinki” dostępne są na rynku w szerokiej ofercie. Należą one do środków specjalnego przeznaczenia z uwagi na fakt ich oddziaływania i roli jaką spełniają w organizmie. Według Wierzejewskiej i wsp. [14] energy drinki stymulują organizm człowieka poprzez wzrost jego efektywności nie tylko w przypadku wzmoczonego wysiłku fizycznego, ale też zmęczenia psychicznego oraz przyczyniają się do odświeżenia umysłu. Zawierają one w składzie zarówno wiele substancji biologicznie aktywnych (decydujących o ich funkcjonalności), wśród których wymienia się kofeinę, taurynę, inozytol, guaranę, glukuronolakton oraz karnitynę, jak i witaminy z grupy B (ryboflawinę, niacynę, witaminę B<sub>6</sub> i B<sub>12</sub>), uczestniczące w metabolizmie węglowodanów, tłuszczów i białek oraz wspomagające układ nerwowy [4]. Zwraca się szczególnie uwagę na zawartość niacyny niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania mózgu i obwodowego układu nerwowego oraz witaminy B<sub>12</sub> pozytywnie wpływającej na zwiększenie koncentracji [13]. Istotnym składnikiem napojów powodującym zwiększenie koncentracji i logicznego myślenia oraz będącym odpowiedzialnym za poprawę pamięci, zmniejszenie senności i odczucia zmęczenia jest kofeina, której zawartość w 250 ml napoju „energy drink” wynosi około 80 mg [1, 11]. Należy jednak pamiętać, że nadmierne spożywanie napojów energetyzujących, jak i innych produktów będących źródłem kofeiny (kawa, herbata, napoje typu cola) może być przyczyną jej negatywnego oddziaływania na organizm (podrażnienie żołądka i ścian jelita, efekt moczopędny, bezsenność, uczucie niepokoju, wzrost częstości skurczów serca) [4]. Efektywność oddziaływania wielu substancji zawartych w „energy drinkach” została stosunkowo dobrze poznana i opisana w pracach naukowych [2, 10, 11].

Ze względu na modyfikacje składu recepturowego oraz ciągły proces innowacji „energy drinki” mogą różnić się składem recepturowym pod względem ilościowym i jakościowym

oraz wykazywać nieco odmienną efektywność oddziaływania. Istotną kwestią jest również jakość sensoryczna tego typu produktów oraz oczekiwania konsumentów w tym zakresie. Jakość sensoryczna to kluczowy czynnik determinujący zachowania potencjalnych konsumentów w podejmowaniu decyzji związanej z zakupem bądź odrzuceniem produktu.

**Celem badań zaprezentowanych w artykule było porównanie wybranych napojów energetyzujących pod względem kompleksowej jakości sensorycznej oraz określenie stopnia ich akceptacji przez konsumentów.** W pracy zebrano także opinie konsumentów w zakresie częstotliwości spożycia, oddziaływania i jakości dostępnych na rynku napojów energetyzujących.

### MATERIAŁ I METODY

Badaniom poddano trzy napoje energetyzujące różnych firm o deklarowanej wartości odżywczej i składzie recepturowym. Do chwili oceny próbki były przechowywane w temperaturze chłodniczej (+5°C) w opakowaniach handlowych.

Szczegółową charakterystykę sensoryczną próbek napojów przeprowadzono metodą ilościowej analizy opisowej (profilową), stosując procedurę analityczną opisaną w normie ISO 13299: 2003 [6]. Napoje oceniano według 11 zdefiniowanych wyróżników jakościowych, których intensywność zaznaczano na niestrukturowanej skali liniowej. Ocenę przeprowadził 7-osobowy wyszkolony zespół ekspertów według normy PN-ISO 8586-2: 1996 [8] w dwóch niezależnych powtórzeniach.

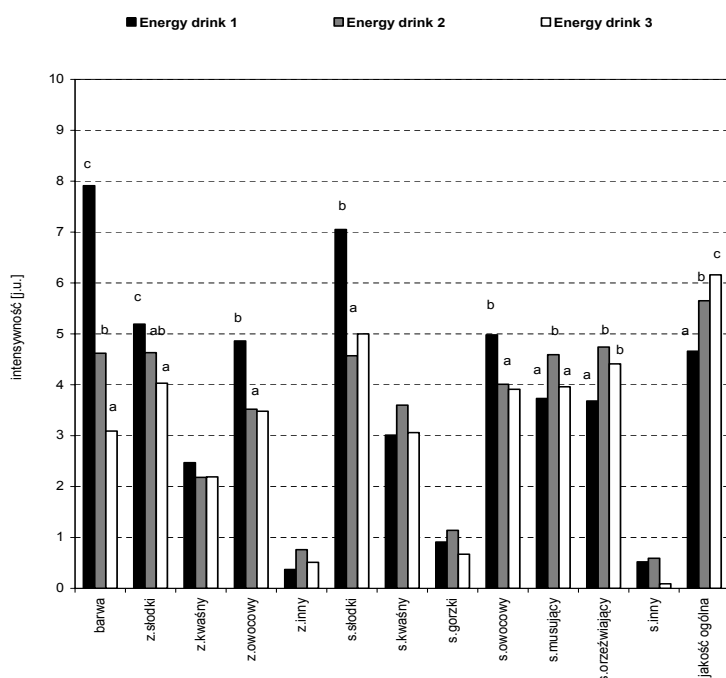
Do określenia stopnia akceptacji wykorzystano metodę skalowania z zastosowaniem 9 stopniowej strukturowanej skali hedonicznej oraz metodę „just right” z 4 stopniową skalą strukturowaną do stwierdzenia optymalnej intensywności wybranych wyróżników jakościowych w napojach energetyzujących [7]. W badaniach semikonsumenckich uczestniczyło 45 osób, głównie w wieku poniżej 25 lat (96%), w większości deklarujących spożywanie napojów energetyzujących, którzy przed przystąpieniem do oceny wypełniali kwestionariusz ankietowy. W niniejszej pracy omówiono wybrane punkty zamieszczone w ankiecie.

Schłodzone próbki napojów (+5°C) podawano do ocen sensorycznych w ilości 50 ml w zakodowanych pojemniczkach plastikowych (100 ml) przykrytych wieczkami w losowej kolejności. Jako neutralizator smaku pomiędzy próbkami zastosowano wodę mineralną (temperatura pokojowa).

Oceny były wykonywane w Pracowni Analizy Sensorycznej spełniającej wymagania normy PN-ISO 8589: 1998 [9] i działającej w ramach akredytowanego Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej, Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie. Do realizacji ocen metodą profilową zastosowano skomputeryzowany system wspomaganie analiz sensorycznych ANALSENS NT. Jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) przeprowadzono w celu stwierdzenia czy próbki istotnie różnią się natężeniem wyróżników sensorycznych. Istotność różnic między średnimi zweryfikowano stosując kryterium NIR ( $p \leq 0,05$ ).

### WYNIKI

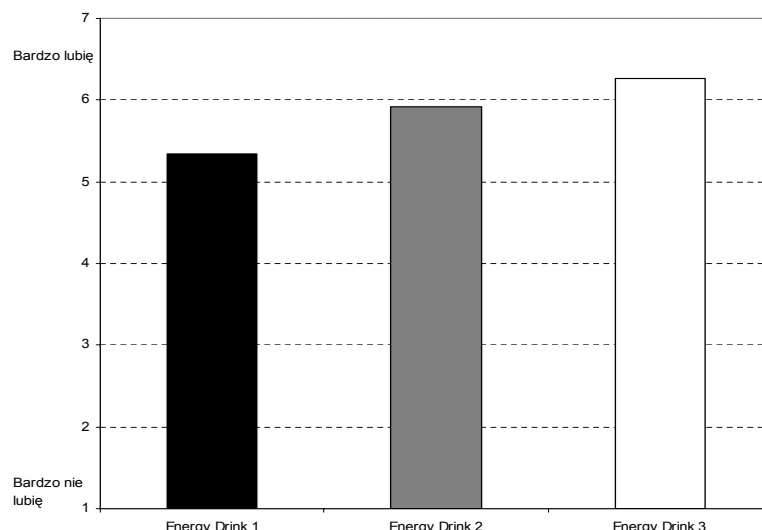
Napoje energetyzujące różniły się pod względem barwy, intensywności zapachu i smaku słodkiego, owocowego, smaku musującego i orzeźwiającego oraz jakości ogólnej (rys. 1). Najbardziej intensywną barwą (żółto-pomarańczową) charakteryzował się napój Energy Drink 1, natomiast najmniej intensywne zabarwienie (złocisto-żółte) wykazywał Energy Drink 3 (rys. 1).



**Rys. 1.** Charakterystyka jakości sensorycznej napojów energetyzujących oraz istotność różnic pomiędzy próbkami.

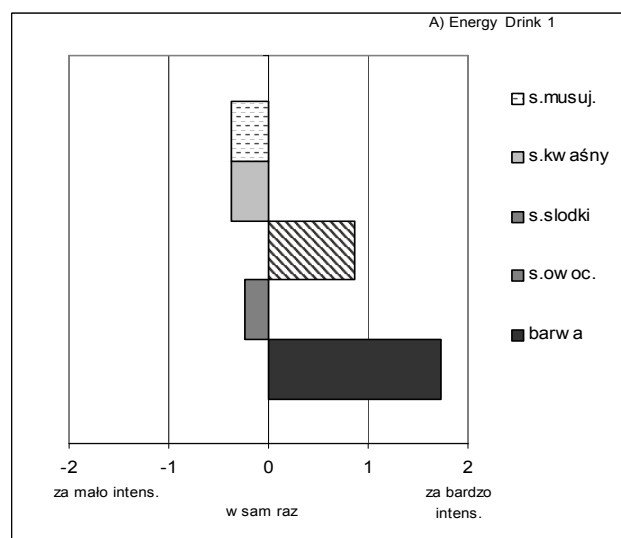
Natężenie zapachu i smaku słodkiego oraz owocowego o charakterze landrynkowym (typowym dla tego rodzaju napojów) było istotnie wyższe w Energy Drink 1, niż w pozostałych dwóch napojach. Najwyższą intensywnością smaku musującego charakteryzował się napój Energy Drink 2, który był jednocześnie bardziej orzeźwiający w smaku. Zbliżone natężenie smaku orzeźwiającego wykazywał napój Energy Drink 3, natomiast istotnie najniższe – Energy Drink 1. Wyraźnie

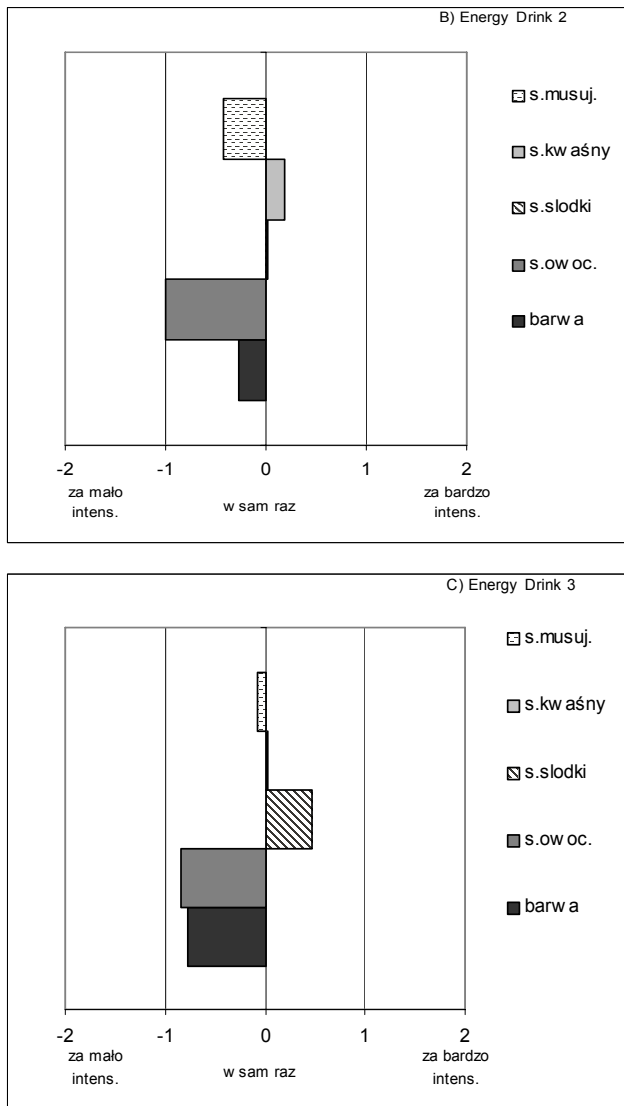
wyższą i identyczną jakością ogólną świadcząca o zharmozowaniu poszczególnych wyróżników w produkcie charakteryzowały się napoje Energy Drink 2 i 3 w porównaniu do Energy Drink 1.



**Rys. 2.** Stopień akceptacji („lubienia”) napojów energetyzujących przez konsumentów.

W badaniach semikonsumenckich nie stwierdzono istotnych różnic w ogólnej akceptacji między napojami, aczkolwiek Energy Drink 3 był nieco bardziej akceptowany niż Energy Drink 2 czy Energy Drink 1 (rys. 2). Według konsumentów napój Energy Drink 3, pomimo najwyższej oceny, był nieco za mało owocowy w smaku i za jasny w barwie oraz nieco za słodki, natomiast wykazywał optymalne natężenie smaku kwaśnego i musującego (rys. 3C). Energy Drink 2 był również za mało owocowy i nieco za mało musujący w smaku, ale odpowiedni pod względem smaku kwaśnego i słodkiego (rys. 3B). Natomiast Energy Drink 1 był postrzegany jako bardzo intensywny w zabarwieniu i za słodki w smaku, nieco za mało kwaśny i musujący, niemniej wśród wszystkich napojów wykazywał najbardziej optymalne natężenie smaku owocowego (charakterystycznego dla tego typu produktów) (rys. 3A).



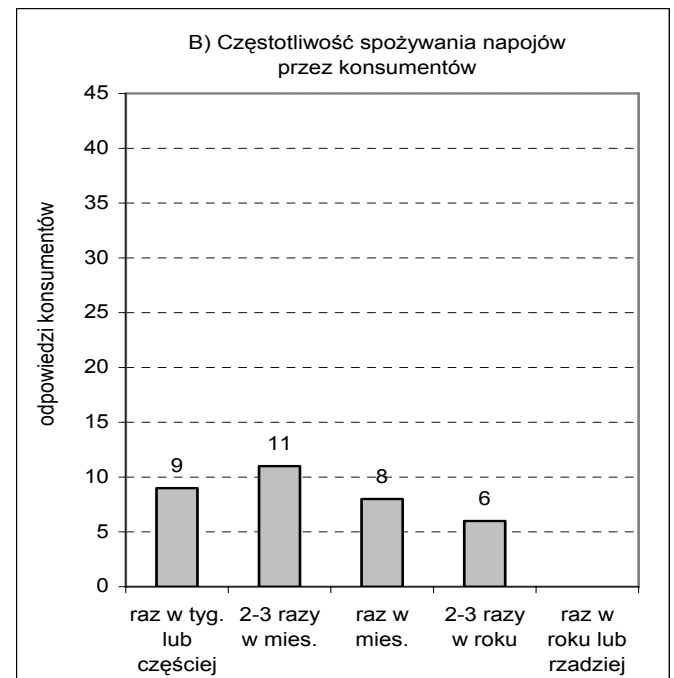
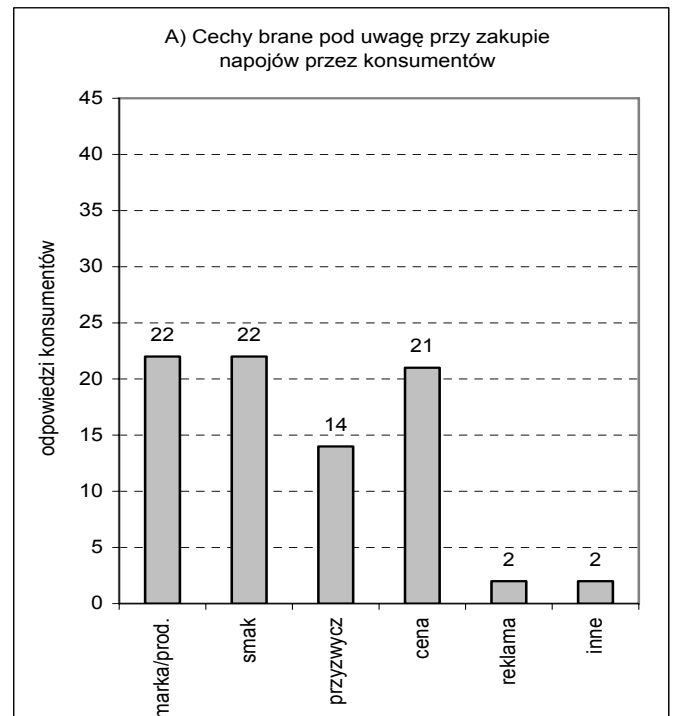


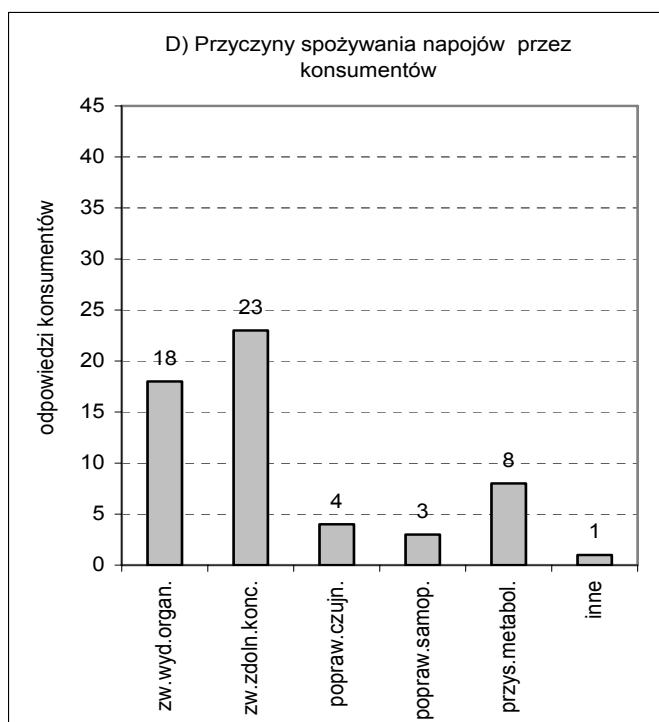
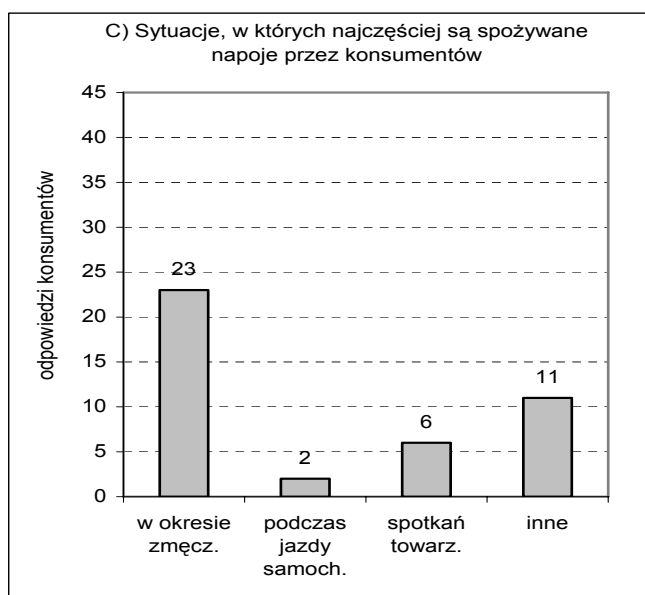
**Rys. 3.** Intensywność wybranych wyróżników jakościowych w napojach energetyzujących (słupki prezentują odchylenia w natężeniu wyróżników):

A) Energy Drink 1, B) Energy Drink 2 i C) Energy Drink 3.

Analizując wyniki ankietowe dotyczące napojów energetyzujących wykazano, że stosunkowo dużo osób potwierdziło kupowanie tego typu produktów ( $n=34$ ), biorąc pod uwagę przy zakupie w szczególności markę/producenta oraz równorzędnie smak i cenę. Byli też konsumenci, którzy wymieniali jako ważną cechę przy zakupie napojów przyzwyczajenie, stosunkowo mało osób wskazało na reklamę, jako istotną cechę wpływającą na ich decyzje (rys. 4A). Odpowiedzi dotyczące częstotliwości spożywania napojów przez konsumentów rozłożyły się prawie równomiernie: 11 osób zadeklarowało picie napojów 2-3 razy w miesiącu, 9 osób stwierdziło, że pije napoje raz w tygodniu lub rzadziej, 8 osób wskazało, że sięga po produkt raz w miesiącu, natomiast 6 osób – 2-3 razy w roku spożywa napoje (rys. 4B). Pozostali konsumenci deklarowali brak kupowania napojów energetyzujących ( $n=11$ ).

Wykazano jednocześnie, że prawie wszystkie osoby uczestniczące w badaniach potwierdziły picie wyłącznie jednego napoju w ciągu dnia ( $n=31$ ), głównie w okresie zmęczenia oraz przed różnego rodzaju wysiłkiem fizycznym (zawody sportowe, jazda na rowerze) lub umysłowym (sesja, nauka), mniej natomiast podczas spotkań towarzyskich (rys. 4C). Konsumenci wyrazili zainteresowanie tego typu produktami, ponieważ zwiększają one zdolność koncentracji, szybkość reakcji oraz wydajność organizmu (rys. 4D). Według konsumentów napoje energetyzujące dostępne na rynku są raczej dobrej jakości i spełniają swoje funkcje związane ze wzrostem np. koncentracji.





Rys. 4. Deklaracje konsumentów dotyczące spożywania napojów energetyzujących.

## DYSKUSJA

Badane napoje energetyzujące charakteryzowały się zblizoną wartością energetyczną, zawartością węglowodanów oraz witamin z grupy B, natomiast różniły się ilością innych składników według deklaracji podanych przez producentów. W porównaniu do pozostałych napojów, Energy Drink 1 wykazywał niższą zawartość tauryny, wyższą kofeiny oraz zawierał ekstrakt z guarany i bezalkoholowy ekstrakt z koki, czyli składniki, które wpływają między innymi pozytywnie na zdolność koncentracji, wzrost uwagi, powodują poprawę samopoczucia czy zmniejszają uczucie zmęczenia [4]. Stosowana guarana jest naturalnym źródłem kofeiny wykazującej zblizone działanie do syntetycznej kofeiny, ale znacznie bardziej wydłużone w czasie ze względu na obecność saponin, tannin oraz tłuszczu, które zmniejszają rozpuszczalność i tem-

po wchłaniania kofeiny w przewodzie pokarmowym [4]. Produkty zawierające dodatek ekstraktu z koki mogą powodować wiele kontrowersji, niemniej ich ilość limitowana jest dawką nie wywołującą efektów toksycznych i uzależnień, a jej działanie sprowadza się przede wszystkim do zwiększenia uwagi i koncentracji oraz wspomaganie odchudzania [4]. Oceniane napoje energetyzujące, pomimo różnic w składzie substancji odpowiedzialnych za poprawę wielu cech związanych z poprawą uwagi wykazywały zblizony wzrost koncentracji i spadek uczucia zmęczenia w określonym przedziale czasowym po spożyciu napojów [12].

Tego typu produkty lub inne, w tym z grupy funkcjonalnych (niskoenergetyczne, wysokobłonnikowe, probiotyczne, o obniżonej zawartości sodu czy cholesterolu) spełnią swoje przeznaczenie, jeżeli ich walory sensoryczne będą pozytywnie skorelowane z oczekiwaniami potencjalnych konsumentów. W licznych badaniach potwierdza się, że kluczowym czynnikiem wpływającym na wybór produktów są cechy smakowe [3]. Dlatego w procesie opracowywania nowych produktów czy modyfikacji istniejących, istotną kwestią jest odpowiedni dobór składników decydujących o jakości sensorycznej. Oceniane napoje różniły się nie tylko barwą, ale także natężeniem zapachu i smaku słodkiego, owocowego (landrynkowego, typowego dla napojów), smaku musującego i orzeźwiającego. Optymalne natężenie i proporcje poszczególnych wyróżników jakościowych odgrywały kluczową rolę w ogólnej jakości ocenianych napojów i ich akceptacji przez konsumentów. Biorąc pod uwagę skład recepturowy napojów – niewątpliwie bardzo ważną kwestią jest zastosowanie nie tylko właściwego stężenia substancji smakowych, w tym słodzących we właściwej proporcji ze składnikami odpowiedzialnymi za smak kwaśny, ale także wybór odpowiedniej substancji aromatyzującej i jej stężenia. Nie ulega wątpliwości, że równie istotnym jest wykorzystanie na odpowiednim poziomie CO<sub>2</sub> odpowiadającego za właściwości musujące i orzeźwiające w napojach oraz dobór barwnika i jego stężenia decydującego o wyglądzie zewnętrznym, często już wizualnie utożsamianym z „naturalnością” lub „sztucznością” produktu, nawet w aspekcie innych cech sensorycznych.

## WNIOSKI

1. Badane napoje energetyzujące charakteryzowały się odmienną barwą, intensywnością zapachu i smaku owocowego, smaku musującego i orzeźwiającego oraz jakością ogólną, co mogło być związane z różnicami w składzie recepturowym.

2. Istotną kwestią w jakości sensorycznej napojów energetyzujących były odpowiednie proporcje smaku słodkiego do kwaśnego, obecność noty owocowej oraz optymalne natężenie smaku musującego i orzeźwiającego.

3. W akceptacji konsumentkiej zaobserwowano analogiczną sekwencję ocen związaną ze stopniem lubienia napojów, jak w przypadku ich jakości ogólnej, chociaż różnice nie były statystyczne.

4. Przy zakupie napojów energetyzujących konsumenci zwracają uwagę na markę/producenta oraz równorzędnie na smak i cenę deklarując spożywanie tego typu produktów głównie w okresie zmęczenia, obniżonej koncentracji i zmniejszonej wydajności organizmu.

## LITERATURA

- [1] Alford C., Cox H., Wescott R.: The effects of Red Bull Energy Drink on human performance and mood, *Amino Acids*, 2001, 21:139-150.
- [2] Babu K., Chuch R., Lewander W.: Energy Drinks: The new eye-opener for adolescents, *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 2008, 9, 35-42.
- [3] Baryłko-Pikielna N., Kostyra E.: Współczesne trendy wyboru i akceptacji żywności, *Przemysł Spożywczy*, 2004, 12, 3-18.
- [4] Hoffmann M., Świdorski F.: Składniki funkcjonalne napojów energetyzujących, *Przemysł Spożywczy*, 2008, 9, 8-13.
- [5] International Standard ISO 13299:2003, Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile.
- [6] International Standard ISO 13299:2003, Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile.
- [7] Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T.: *Sensory Evaluation Techniques*, 2nd edition, CRC Press, 1991.
- [8] Norma PN-ISO 8586-2:1996: Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających, Eksperti, PKN.
- [9] Norma PN-ISO 8589:1998: Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni sensorycznej, PKN.
- [10] Smit H.J., Rogers P.J.: Effects of 'energy' drinks on mood and mental performance: critical methodology, *Food Quality and Preference*, 2002, 13, 317-326.
- [11] Smith A.: Effects of caffeine on human behavior, *Food and Chemical Toxicology*, 2002, 40, 9, 1243-1255.
- [12] Świdorski F., Kostyra E., Żebrowska M.: Charakterystyka jakości sensorycznej i oddziaływania pobudzającego na organizm napojów energetyzujących, dane niepublikowane, SGGW, Warszawa 2008.
- [13] Tomaszewski W., Jakubowska E., Kozłowski A., Paliszewska M., Sikorzak W., Tomaszewski M.: *Odżywki i preparaty wspomagające w sporcie*, Agencja Wydawnicza Medsportpress, Warszawa 2001.
- [14] Wierzejska R., Kundzicz M., Orłowska K., Brożek A., Szponar L.: *Napoje energetyzujące – ich skład i przeznaczenie*, *Przemysł Spożywczy*, 2002, 10, 42-45.

**SENSORY CHARACTERISTIC  
AND CONSUMER ACCEPTANCE  
OF SOME ENERGY DRINK**

*SUMMARY*

*Energy drinks contain many biologically active substances responsible for increasing of concentration and thinking logically when someone is psychically tired. Sensory attractiveness of these drinks mostly influences potential consumers in their decisions to purchase and drink them. In this study, some available on the market energy drinks were compared in relation to their sensory quality and consumer acceptance degree. Moreover, the consumers were asked about their energy drink consumption patterns (prevalence and frequency of energy drinks use) and in additional they expressed their opinions on overall quality of the energy drinks. The main findings of this study were related to significant differences in colour, odour and taste of sweet, fruity, sparkling and refreshing and overall quality of these energy drinks. These study found the tendency in differences of acceptance of the energy drinks by consumers. Also the changes in optimal intensities of their key attributes were observed. There was some evidence that taste, brand/producer and price were important determinants of consumer choice and purchase.*

Prof. dr hab. Jan MROCZEK  
Mgr inż. Jolanta PIOTROWSKA  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WPŁYW pH FARSZU I DODATKU ASKORBINIANU SODU NA EFEKTYWNOŚĆ PEKLOWANIA I TRWAŁOŚĆ BARWY PO OBRÓBCE TERMICZNEJ®

*W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu różnego pH (5,9; 6,2; 6,5) i dodatku askorbinianu sodu (0; 0,05%) na przebieg procesu peklowania farszów z mięsa ud kurecząt i stabilność barwy po obróbce termicznej. Obniżenie pH farszu i dodatek askorbinianu w czasie peklowania wpływały korzystnie na przereagowanie barwników hemowych i parametry barwy mierzone metodą odbiciową oraz na zmniejszenie ilości azotynów resztkowych. Naświetlanie farszów wpływało na pogorszenie jakości i trwałości barwy, niezależnie od pH i dodatku askorbinianu.*

### WSTĘP

Barwa jest jednym z najważniejszych wyróżników jakościowych przetworów mięsnych i decyduje o ich przydatności użytkowej. Na jej podstawie (wyglądu zewnętrznego) konsument podejmuje decyzję o kupnie i spożyciu produktu a nietypowa lub zmieniona barwa kojarzy się z produktem nieświeżym lub zepsutym.

Decydującą rolę w kształtowaniu barwy mięsa odgrywa ilość, skład i przemiany barwników tkanki mięśniowej. Zawartość barwników hemowych w mięsie drobiowym zależy od takich czynników jak: gatunek ptaków, ich wiek, płeć, sposób żywienia, rodzaj mięśni i pełnionych przez nie przyżyciowych funkcji. Na barwę ma również wpływ zawartość tłuszczu, struktura tkanki mięśniowej i kwasowość czynna mięsa [8].

W procesie technologicznym przerobu mięsa, podstawowym etapem wpływającym na barwę i jej stabilność jest peklowanie, w wyniku którego przetwory mięsne utrzymują pożądaną różowoczerwoną, ciepłoodporną barwę [10]. Do innych funkcji azotanu (III) sodu (jako głównego składnika mieszanki peklującej) należy działanie bakteriostatyczne oraz hamujące wzrost *Clostridium botulinum*, działanie antyoksydacyjne i tworzenie profilu smakowo-zapachowego [3].

Do zasadniczych funkcji peklowania należy [2,13,20]:

- nadanie mięsu i wyprodukowanym z niego przetworom, charakterystycznej dla mięsa peklowanego, różowo-czerwonej barwy, odpornej na obróbkę termiczną,
- uzyskanie pożądaných, właściwych dla wyrobów peklowanych cech smakowo-zapachowych z jednoczesnym zapobieganiem powstawaniu tzw. posmaku sterylizacyjnego,
- utrwalanie wyrobów mięsnych poprzez działanie bakteriobójcze i bakteriostatyczne na bakterie, zapobieganie wzrostowi i wytwarzaniu toksyn przez pałeczki jadu kiełbasianego *Clostridium botulinum*, obniżenie oporności termicznej przetrawników oraz hamowanie ich rozwoju w produkcji poddanych obróbce cieplnej,
- zapobieganie katalitycznemu utlenianiu tłuszczów,
- poprawa właściwości technologicznych i wydajności produktu.

Szczególnie ważną funkcją azotynów (azotanu III sodu) w procesie peklowania jest tworzenie stabilnej barwy o odcieniu podobnym do barwy mięsa surowego. Pomimo szeroko prowadzonych badań, mechanizm prowadzący do powstania trwałych pochodnych mioglobiny jest bardzo złożony i nie do końca poznany. Przyjmuje się, że przemiana mioglobiny do metmiooglobiny a następnie do nitrozylo miooglobiny może zachodzić według trzech mechanizmów: w reakcjach chemicznych, w enzymatycznych reakcjach biochemicznych oraz w nieenzymatycznych reakcjach biochemicznych. Powstała forma nitrozylobarwnika ulega pod wpływem obróbki termicznej przemianie do nitrozylo miochromogenu. Pod wpływem światła i tlenu może on ulegać rozkładowi, co powoduje pogorszenie lub zanik, w czasie przechowywania, pożądanej barwy produktu peklowanego [2].

Na końcowy efekt peklowania (stopień przereagowania barwników hemowych i trwałość uzyskanej barwy) wpływają: rodzaj i skład chemiczny mięsa, stosunek tkanki łącznej i tłuszczowej do mięśniowej, ilość barwników hemowych, pH mięsa, wielkość i jakość zanieczyszczenia mikrobiologicznego, postępowanie z mięsem przed peklowaniem [10,18]. Dużą rolę w tworzeniu barwy mięsa peklowanego pełni pH mięsa. Słowiński [19] podaje, że w przypadku peklowania azotynowego korzystniejsze są niższe wartości pH, natomiast peklowanie przy użyciu azotanów wymaga wyższego pH, co jest związane z wymaganiami drobnoustrojów redukujących azotan do azotynu.

Zmiany pH w mięsie po uboju wiążą się z procesem enzymatycznego rozpadu glikogenu do kwasu mlekowego. Przy normalnych życiowych zapasach glikogenu w mięśniach drobiu i nie zakłóconym przebiegu glikolizy wzrasta stężenie jonów wodorowych (zmniejsza się pH) z początkowej poubojowej wartości ok. 7,0 do 5,5-5,6. Gdy ilość glikogenu w mięśniach jest niższa, proces glikolizy może zakończyć się przy wyższych wartościach pH. Wynika z tego, że zmiany w tempie rozkładu glikogenu mogą mieć wpływ na pH mięsa drobiowego, a tym samym na jego barwę. Przyjmuje się, że prawidłowe pH mięsa dojrzałego powinno wynosić 5,9-6,2. Kwasowość (pH) mięsa decyduje o takich cechach fizykochemicznych jak: wodochłonność, barwa, wyciek termiczny i kruchość [6,19].

Istotną rolę w osiągnięciu pożądaných efektów peklowania mięsa odgrywa zdolność redukcyjna środowiska. Z uwagi na niewystarczającą ilość endogennych czynników redukcyjnych konieczne jest ich dodatkowe wprowadzanie w celu przyspieszenia reakcji nitrozylowania [10].

Do substancji dodawanych do żywności, nie budzących żadnych wątpliwości zarówno technologicznych, jak i toksykologicznych, należą kwas L-askorbinowy i jego sól sodowa, askorbinian sodu [1, 16], które:

- przyspieszają tworzenie barwy mięsa peklowanego i wpływają na jej stabilność,
- działają przeciwutleniająco oraz opóźniają jęczenie tłuszczów,
- opóźniają tworzenie nitrozoamin, zmniejszają zawartość azotynów resztkowych w przetworach mięsnych, zwiększając hamujące działanie azotynów na rozwój *Clostridium Botulinum*.

**Celem artykułu prezentującego przeprowadzone badania jest określenie wpływu różnego pH (5,9; 6,2; 6,5) i dodatku askorbinianu sodu (0; 0,05%) na przebieg procesu peklowania farszu z mięsa ud kurcząt i stabilność barwy po obróbce termicznej.**

## MATERIAŁ I ORGANIZACJA PRACY

W pracy wykonano 5 serii badań, każdorazowo sporządzając 6 wariantów farszów mięsnych, różniących się wartością pH i dodatkiem askorbinianu sodu. Mięso z ud kurcząt (72 godziny po uboju) rozdrabniano w wilku laboratoryjnym, przy użyciu siatki o średnicy otworów 3 mm, a następnie mieszano w celu ujednoczenia. Peklowanie prowadzono dodając do mięsa 20% solanki, gdzie peklosól (zawierająca 99,5% NaCl i 0,5% NaNO<sub>2</sub>) stanowiła 12%, tj. 2% w stosunku do masy farszu. Całość mieszano przy użyciu mieszarki łopatkowej firmy KENWOOD MAJOR przez 3 min przy 100 obr./min. Tak przygotowany farsz dzielono na dwie części po ok. 300 g, dodając do jednej z nich askorbinian sodu w ilości 0,05% w stosunku do masy farszu. Oba warianty (z dodatkiem i bez dodatku askorbinianu sodu) dzielono na 3 równe części. Za pomocą kwasu mlekowego i węgla sodu próbki farszu doprowadzono do określonego pH (5,9; 6,2; 6,5) i umieszczano w chłodni (4-6°C). Po 24 godzinnym procesie peklowania, w farszu nie poddanym obróbce termicznej, oznaczano: pH oraz zawartość wody, białka i tłuszczu metodami standardowymi. Po 48 godzinach peklowania, próbki farszu (każda o masie ok. 60 g) poddawano obróbce termicznej w temp. 68°C przez 30 min, a następnie oznaczano: zawartość azotynów resztkowych wg PN (PN-74/A-82114), zawartość barwników ogółem i nitrozylobarwników metodą Hornsey'a [7] oraz wyliczano stopień przereagowania barwników. W celu określenia trwałości barwy dokonywano pomiaru parametrów barwy a\*, b\* i L\* (metodą odbiciową przy użyciu spektrofotometru Minolta CR-200) próbek farszu nie naświetlanych i po 30 minutowym naświetlaniu żarówką o mocy 40 W. Wartości a\* i b\* są współrzędnymi trójchromatyczności, przy czym wartość +a\* odpowiada barwie czerwonej, +b\* – żółtej, parametr L\* określa jasność barwy.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej (jednoczynnikowa analiza wariancji, test NIR), używając programu Statgraphics 4.1 plus.

## OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Średnia zawartość wody w farszu wynosiła 75,5%, białka 17,0% a tłuszczu 5,8% (tab. 1).

Według innych badań podstawowy skład chemiczny mięśni udowych kurcząt przedstawiał się następująco: woda 73-75,2%, białko 18,4-20,4%, tłuszcz 3,8-5,6% [5, 16]. Różne wartości podawane przez różnych autorów wynikają z tego, że skład chemiczny mięsa jest zróżnicowany i zależy od pochodzenia, rasy, wieku, sposobu żywienia, odchowu a także wychładzania tuszek kurcząt. W naszym doświadczeniu głównie dodatek solanki wpłynął na zmianę udziału poszczególnych składników w mięsie.

**Tabela 1.** Podstawowy skład chemiczny farszów z mięsa ud kurcząt

Zawartość składnika [%]		
Woda	Białko	Tłuszcz
75,5 ± 1,18	17,0 ± 0,08	5,8 ± 0,78

Jednym z głównych wskaźników jakościowych mięsa jest pH, które informuje o stanie poubojowym mięsa drobiowego i decyduje o jego przydatności do przetwórstwa.

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki zawartości azotynów resztkowych (tab. 2) pozwalają stwierdzić, że wraz z obniżaniem pH farszu (bez względu na to czy dodawany był askorbinian sodu) następowało istotne ich zmniejszenie. Podobną tendencję stwierdzono we wcześniejszych pracach na mięśniach udowych kurcząt, gdzie dodatek substancji zakwaszających środowisko (0,2% kwasu cytrynowego lub 0,1% kwasu mlekowego), powodował obniżenie pH mięsa i uzyskanie mniejszej ilości azotynów resztkowych w stosunku do próbki kontrolnej [12, 15].

**Tabela 2.** Wpływ rodzaju peklowania i pH farszu na zawartość azotynów resztkowych

Wariant farszu	Rodzaj peklowania	
	bez dodatku askorbinianu sodu	z dodatkiem askorbinianu sodu
pH 5,9	0,0069 <sup>Ac</sup> ± 0,0001	0,0046 <sup>Bb</sup> ± 0,0003
pH 6,2	0,0075 <sup>Ab</sup> ± 0,0001	0,0054 <sup>Ba</sup> ± 0,0004
pH 6,5	0,0080 <sup>Aa</sup> ± 0,0001	0,0059 <sup>Ba</sup> ± 0,0004

Wartości w wierszach z takimi samymi dużymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Wartości w kolumnach z takimi samymi małymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Analiza statystyczna wykazała również, że dodatek askorbinianu sodu wpływał istotnie na obniżenie zawartości azotynów resztkowych we wszystkich wariantach farszów. Jego dodatek powodował zmniejszenie zawartości wolnych azotynów o ok. 0,002 jednostki procentowej, w porównaniu do próbek bez jego dodatku. Podobny efekt zastosowania askorbinianu sodu w procesie peklowania mięsa drobiowego i obniżania zawartości azotynów resztkowych obserwowano również we wcześniejszych badaniach [9, 11, 16]. W pracach tych jednak nie badano wpływu pH mięsa na pozostałość azotynów resztkowych.



W badanym farszu zawartość barwników ogółem wynosiła 54,9 ppm heminy. Otrzymana wartość, niższa od podawanych przez niektórych autorów, wynikała z dodatku do mięsa 20% solanki.

Średnie zawartości nitrozylobarwników w poszczególnych wariantach farszów zestawiono w tabeli 3. Niezależnie czy mięso peklowano bez, czy z dodatkiem askorbinianu, zauważono tendencje wzrostowe zawartości nitrozylobarwników wraz z obniżaniem pH farszu. Największą ich ilością charakteryzowały się farsze o pH 5,9 a najniższą farsze o pH 6,5.

Analiza statystyczna wykazała istotny ( $\alpha = 0,05$ ) wpływ pH na zawartość nitrozylobarwników tylko w farszach peklowanych z dodatkiem askorbinianu sodu. Należy podkreślić, że zawartość nitrozylobarwników w tych farszach była istotnie statystycznie wyższa niż w farszach bez dodatku askorbinianu sodu, niezależnie od wartości pH. Zatem askorbinian sodu, jako czynnik redukujący, ułatwiał tworzenie nitrozylobarwników w mięsie.

Wskaźnikiem decydującym o stopniu zapeklowania mięsa i bezpośrednio związanym z ilością nitrozylobarwników jest stopień przereagowania barwników. Określa się go procentowym stosunkiem zawartości nitrozylobarwników do barwników ogółem.

Najniższym stopniem przereagowania barwników (35,9%) charakteryzował się farsz o pH 6,5 peklowany bez dodatku askorbinianu sodu (tab. 3). Wraz z obniżaniem pH farszów, jego wielkość wzrastała i w próbkach bez dodatku askorbinianu sodu przy pH 6,2 wynosiła 40,7%, a przy pH 5,9 wzrosła do 43%. Taka sama zależność występowała w farszach peklowanych z askorbinianem sodu. Przy pH 6,5 stopień przereagowania barwników wynosił 44,9%, przy pH 6,2 – 52,6% a przy pH 5,9 był najwyższy – 60,8%. Dla obu rodzajów peklowania analiza statystyczna ( $\alpha = 0,05$ ) wykazała istotny wpływ obniżenia pH farszu na wzrost stopnia przereagowania barwników. Według niektórych autorów [14,15] bardziej trwałą barwę mięsa uzyskuje się, gdy stopień przereagowania barwników hemowych kształtuje się na poziomie 50% i więcej. W niniejszych badaniach tylko warianty farszów o pH 6,2 oraz pH 5,9, peklowane z dodatkiem askorbinianu sodu, charakteryzowały się stopniem przereagowania wyższym od 50%. Dodatek askorbinianu sodu miał więc istotny i korzystny wpływ na stopień przereagowania barwników.

**Tabela 3.** Wpływ rodzaju peklowania i pH farszu na stopień przereagowania barwników

Wariant farszu	Rodzaj peklowania			
	bez dodatku askorbinianu sodu		z dodatkiem askorbinianu sodu	
	Zawartość nitrozylobarwników [ppm heminy]	Stopień przereagowania barwników [%]	Zawartość nitrozylobarwników [ppm heminy]	Stopień przereagowania barwników [%]
pH 5,9	23,7 <sup>Ba</sup> ± 2,75	43,0 <sup>Ba</sup> ± 2,45	33,3 <sup>Aa</sup> ± 2,13	60,8 <sup>Aa</sup> ± 3,46
pH 6,2	22,4 <sup>Ba</sup> ± 2,21	40,7 <sup>Ba</sup> ± 1,84	28,8 <sup>Ab</sup> ± 1,81	52,6 <sup>Ab</sup> ± 4,30
pH 6,5	19,8 <sup>Ba</sup> ± 2,88	35,9 <sup>Bb</sup> ± 3,35	24,7 <sup>Ac</sup> ± 2,82	44,9 <sup>Ac</sup> ± 2,41

Wartości w wierszach z takimi samymi dużymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$   
 Wartości w kolumnach z takimi samymi małymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Zaobserwowana w przeprowadzonych badaniach zależność jest zgodna z tym, co podają inni autorzy [4,12,17], że pH mięsa poniżej 6,0 wywiera korzystny wpływ a pH wyższe niż 6,5 zmniejsza szybkość tworzenia się nitrozylobarwników.

Wartości średnie parametru a\*, będącego wyróżnikiem barwy czerwonej, przed i po naświetlaniu farszów przedstawiono w tabeli 4. Zaobserwowano ogólną tendencję do wzrostu udziału barwy czerwonej (parametru a\*) wraz z obniżaniem pH farszów, podobnie jak w przypadku stopnia przereagowania barwników.

Wartości parametru a\* barwy po naświetlaniu uległy obniżeniu we wszystkich wariantach farszów. Wielkość zmniejszenia parametru a\* barwy farszów po naświetlaniu była podobna, niezależnie od rodzaju peklowania (bez lub z dodatkiem askorbinianu). Zauważono korzystny wpływ dodatku askorbinianu sodu na trwałość barwy farszów po obróbce termicznej, gdyż wartości parametru barwy a\* po naświetlaniu farszów peklowanych z dodatkiem askorbinianu były takie, jak farszów nie naświetlanych peklowanych bez dodatku askorbinianu sodu, przy takim samym pH.

**Tabela 4.** Wpływ rodzaju peklowania, pH oraz naświetlania na wartość parametru a\* barwy farszów z mięsa ud kurcząt

Wariant farszu	Rodzaj peklowania			
	bez dodatku askorbinianu sodu		z dodatkiem askorbinianu sodu	
	przed naświetlaniem	po naświetlaniu	przed naświetlaniem	po naświetlaniu
pH 5,9	8,67 <sup>Ba</sup> ± 0,44	7,43 <sup>Ca</sup> ± 0,38	9,65 <sup>Aa</sup> ± 0,26	8,67 <sup>Ba</sup> ± 0,15
pH 6,2	8,33 <sup>Bab</sup> ± 0,42	7,29 <sup>Ca</sup> ± 0,41	9,34 <sup>Ab</sup> ± 0,27	8,37 <sup>Ba</sup> ± 0,36
pH 6,5	7,90 <sup>Bb</sup> ± 0,40	6,97 <sup>Cb</sup> ± 0,43	9,15 <sup>Ab</sup> ± 0,32	7,86 <sup>Bb</sup> ± 0,13

Wartości w wierszach z takimi samymi dużymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Wartości w kolumnach z takimi samymi małymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Analiza statystyczna ( $\alpha = 0,05$ ) wykazała istotny wpływ obniżenia pH farszów na wzrost wartości parametru a\* barwy dla obu rodzajów peklowania (bez lub z dodatkiem askorbinianu sodu). Obniżenie wartości parametru a\* barwy pod wpływem naświetlania okazało się istotne statystycznie dla wszystkich wariantów farszów.

Średnie wartości parametru b\*, jako wyróżnika barwy żółtej, farszów przedstawiono w tabeli 5. Analizując uzyskane wyniki można zauważyć tendencję do obniżania wartości parametru b\* barwy farszów pod wpływem dodatku askorbinianu sodu. Także obniżanie pH farszu spowodowało zmniej-

szenie wartości parametru  $b^*$  barwy. Widać również, że pod wpływem naświetlania wartości parametru  $b^*$  wzrosły we wszystkich wariantach farszów, co z konsumenckiego punktu widzenia oznacza zmniejszenie udziału barwy czerwonej a więc uzyskanie barwy mniej pożądanej.

**Tabela 5.** Wpływ rodzaju peklowania, pH oraz naświetlania na wartość parametru  $b^*$  barwy farszów z mięsa ud kurcząt

Wariant farszu	Rodzaj peklowania			
	bez dodatku askorbinianu sodu		z dodatkiem askorbinianu sodu	
	przed naświetlaniem	po naświetlaniu	przed naświetlaniem	po naświetlaniu
pH 5,9	8,34 <sup>Ba</sup> ± 0,10	9,30 <sup>Aa</sup> ± 0,19	7,50 <sup>Ca</sup> ± 0,49	8,59 <sup>Ba</sup> ± 0,25
pH 6,2	8,19 <sup>Ba</sup> ± 0,40	9,13 <sup>Aa</sup> ± 0,24	7,37 <sup>Ca</sup> ± 0,17	8,37 <sup>Ba</sup> ± 0,17
pH 6,5	7,91 <sup>Ba</sup> ± 0,50	9,00 <sup>Aa</sup> ± 0,40	7,24 <sup>Ca</sup> ± 0,24	8,21 <sup>Ba</sup> ± 0,25

Wartości w wierszach z takimi samymi dużymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Wartości w kolumnach z takimi samymi małymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Analiza statystyczna ( $\alpha = 0,05$ ) nie wykazała istotnego wpływu pH na parametr  $b^*$  barwy farszów zarówno przed, jak i po naświetlaniu. Istotny statystycznie okazał się dodatek askorbinianu na obniżenie wartości parametru  $b^*$  barwy we wszystkich wariantach farszów zarówno przed, jak i po naświetlaniu. Naświetlanie spowodowało istotny wzrost parametru  $b^*$  barwy w każdym wariantcie farszów.

Wartości średnie parametru  $L^*$  (jasności barwy) farszów zebrano w tabeli 6. Stwierdzono wyraźny wzrost parametru jasności barwy w miarę obniżania pH farszów. Przeprowadzona analiza statystyczna ( $\alpha = 0,05$ ) wykazała istotny wpływ obniżenia pH farszu na wzrost wartości parametru  $L^*$  zarówno przed, jak i po naświetlaniu farszów w obu rodzajach peklowania. Obserwowane niewielkie zmiany wartości parametru  $L^*$  barwy farszów pod wpływem dodatku askorbinianu sodu nie były statystycznie istotne. 30 minutowe naświetlanie wpłynęło istotnie na wzrost wartości  $L^*$  barwy w przypadku farszów o pH 5,9 i 6,5 peklowanych bez askorbinianu sodu oraz farszu o pH 6,5 peklowanym z askorbinianem.

**Tabela 6.** Wpływ rodzaju peklowania, pH oraz naświetlania na wartość parametru  $L^*$  barwy farszów z mięsa ud kurcząt

Wariant farszu	Rodzaj peklowania			
	bez dodatku askorbinianu sodu		z dodatkiem askorbinianu sodu	
	przed naświetlaniem	po naświetlaniu	przed naświetlaniem	po naświetlaniu
pH 5,9	68,14 <sup>Ba</sup> ± 0,28	68,88 <sup>Aa</sup> ± 0,48	68,03 <sup>Ba</sup> ± 0,50	68,51 <sup>ABa</sup> ± 0,55
pH 6,2	66,02 <sup>Ab</sup> ± 0,52	66,33 <sup>Ab</sup> ± 0,41	66,58 <sup>Ab</sup> ± 0,27	67,05 <sup>Ab</sup> ± 0,56
pH 6,5	62,50 <sup>Bc</sup> ± 0,42	63,50 <sup>Ac</sup> ± 0,44	62,82 <sup>Bc</sup> ± 0,61	63,65 <sup>Ac</sup> ± 0,37

Wartości w wierszach z takimi samymi dużymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Wartości w kolumnach z takimi samymi małymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$

Przeprowadzone wcześniej w Zakładzie Technologii Mięsa SGGW badania [17,18] wykazały podobne tendencje do

zaobserwowanych w niniejszej pracy w zakresie zmian trwałości barwy pod wpływem naświetlania i dodatku substancji pomocniczych w czasie peklowania, natomiast nie badano wpływu pH mięsa na wielkość tych zmian.

Podsumowując można stwierdzić, że wpływ pH i dodatku askorbinianu sodu na jakość barwy farszów jest znaczący. Obniżenie pH i dodatek askorbinianu w czasie peklowania wpływały korzystnie na przereagowanie barwników hemowych i parametry barwy mierzone metodą odbiciową. Niezależnie od pH i dodatku askorbinianu, 30 minutowe naświetlanie farszów wpływało na obniżenie wartości parametru  $a^*$  (wyróżnika barwy czerwonej) i wzrost wartości parametru  $b^*$  (wyróżnika barwy żółtej) oraz nieznaczny wzrost parametru jasności  $L^*$ , co świadczy o pogorszeniu jakości i trwałości barwy.

## WNIOSKI

1. Niezależnie od dodatku askorbinianu sodu, wraz z obniżaniem się pH malała ilość azotynów resztkowych a wzrastała ilość nitrozylobarwników i stopień przereagowania barwników w farszu, co jest zjawiskiem pożądanym.
2. Obniżenie pH powodowało wzrost wartości parametrów  $a^*$ ,  $b^*$  i  $L^*$  barwy farszu.
3. Dodatek askorbinianu sodu w procesie peklowania powodował obniżenie pozostałości azotynów resztkowych, wzrost zawartości nitrozylobarwników i stopnia przereagowania barwników w farszu, a także wzrost wartości parametru  $a^*$  i obniżenie wartości parametru  $b^*$  barwy, co świadczy o celowości i skuteczności dodatku substancji pomocniczych w czasie peklowania mięsa drobiowego.
4. Niezależnie od dodatku askorbinianu sodu i pH farszów, 30-minutowe naświetlanie powodowało pojaśnienie ich barwy (obniżenie wartości parametru  $a^*$ , wzrost parametrów  $b^*$  i  $L^*$ ), co jest zjawiskiem niepożądanym.

## LITERATURA

- [1] Anonim: Kwas askorbinowy oraz izoaskorbinowy, Mięso i Wędliny, 1996, (6), 14.
- [2] Anonim: Procesy chemiczne zachodzące podczas peklowania, Mięso i Wędliny, 2006, (7), 22.
- [3] Cierach M.: Rola azotynu sodu jako inhibitora oksydacji lipidów w przetworach mięsnych, Gospodarka Mięsna, 1997, 49, (4), 28.
- [4] Gallert H.: Temperatur und Umrötung, Fleischerei, 1970, 21, (7), 18.
- [5] Gawęcki W., Gornowicz E.: Ocena podstawowego składu chemicznego mięśni kurcząt brojlerów pochodzących z różnych hodowli zagranicznych, Gospodarka Mięsna, 2000, 52, (7), 42.

- [6] Gornowicz E., Czaja L.: O czym mówi pH mięsa drobiowego? *Gospodarka Mięsna*, 2002, 54, (7), 18.
- [7] Hornsey M. C.: The colour of cooked cured pork, *J. Sci. Food Agr.*, 1956, 9, (7), 534.
- [8] Kijowski J.: Wybrane problemy jakości mięsa drobiu, *Polskie Drobiarstwo*, 1993, (7-8), 7.
- [9] Mroczek J., Słowiński M., Mróz J.: Pökellung mechanisch entbeinten Hühnerfleisches, *Fleischwirtschaft*, 1984, 64, (9), 1095.
- [10] Mroczek J.: Technologiczne i zdrowotne aspekty procesu peklowania mięsa, *Przemysł Spożywczy*, 1989, 43, (4), 97.
- [11] Mroczek J., Sokolińska S., Pisula A.: Wpływ stopnia rozdrobnienia na przebieg procesu peklowania mięsa kurcząt, *Gospodarka Mięsna*, 1989, 41, (3), 21.
- [12] Mroczek J., Tomaniak A.: Wpływ kwasu cytrynowego i cytrynianu sodu na przebieg procesu peklowania mięsa kurcząt, *Przemysł Spożywczy*, 1993, 48, (5), 130.
- [13] Mroczek J., Słowiński M.: Peklowanie mięsa – technologia, korzyści i zagrożenia, *Mięso i Wędliny*, 1997, (6), 34.
- [14] Polymenides A.: Salzen, Pökeln und Umröten von Fleisch und Fleischerzeugnissen, *Fleischwirtschaft*, 1978, 58, (4), 567.
- [15] Słowiński M., Mroczek J.: Kwas mlekowy – substancja wspomagająca proces peklowania mięsa odzyskanego mechanicznie z drobiu, *Mięso i Wędliny*, 1996, (5), 38.
- [16] Słowiński M., Mroczek J.: Wybrane problemy jakości w przetwórstwie mięsa drobiowego, *Przemysł Spożywczy*, 1997, 54, (1), 12.
- [17] Słowiński M., Dasiewicz K., Mroczek J., Kiełt Z.: Wpływ wybranych substancji pomocniczych na jakość peklowanego mięsa drobiowego, *Mięso i Wędliny*, 1998, (3), 58.
- [18] Słowiński M., Gągała W., Dasiewicz K.: Wpływ metody peklowania na jakość parzonej szynki drobiowej, *Mięso i Wędliny*, 2001, (6), 28.
- [19] Słowiński M.: Czynniki wpływające na efektywność peklowania mięsa, *Mięso i Wędliny*, 2006, (7), 29.
- [20] Thiemig F., Buhr H., Oelker P.: Gibt es Alternativen zum Pökeln mit Nitrit? *Fleischwirtschaft*, 2000, 80, (1), 106.

## EFFECTS OF MEAT pH AND ADDITION OF SODIUM ASCORBATE ON CURING PROCESS AND COLOUR STABILITY OF COOKED GROUND MEAT

### SUMMARY

*There was investigated influence of pH (5.9, 6.2, 6.5) and addition of sodium ascorbate (0, 0.05%) on curing process of ground chicken thigh meat and colour stability after heat treatment. Lower pH and presence of sodium ascorbate had advantageous effects on conversion of haem pigments, colour values ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and residual nitrite level. Irrespective of pH and sodium ascorbate addition, lighting worsened colour stability of cooked chicken meat.*

Prof. dr hab. inż. Jarosław DIAKUN

Mgr inż. Sylwia MIERZEJEWSKA

Mgr inż. Joanna PIEPIÓRKA

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska

## MONITOROWANIE PARAMETRÓW CZYNNIKA MYJĄCEGO W TRAKCIE MYCIA W PRZEPEŁYWIE®

*Celem pracy zaprezentowanej w artykule było badanie zmian parametrów czynnika myjącego w systemie Clean In Place. Na podstawie badań możliwe jest wyznaczenie charakterystycznych faz procesu mycia i analiza intensywności usuwania zabrudzeń. Parametry procesu mycia monitorowano za pomocą aparatury pomiarowej do pomiarów ciągłych. Na stanowisku laboratoryjnej stacji mycia CIP dokonywano pomiaru wartości parametrów cieczy myjącej: mętności, przewodności i pH. Stwierdzono cykliczność procesu i zależności w wymywaniu składników kwasowych i zasadowych.*

**Słowa kluczowe:** parametry mycia, mycie CIP.

### WPROWADZENIE

Programy mycia w systemie CIP składają się z kilku następujących po sobie faz mycia, płukania i dezynfekcji. Poszczególne fazy mają zadane określone czasy ich trwania, które dobrano na podstawie prób technicznych w taki sposób, aby zapewnić zadowalającą skuteczność mycia instalacji produkcyjnej. Czas trwania programowo ustalonych faz mycia realizowany jest niezależnie od: stopnia zabrudzenia, zmiany stężenia środków myjących oraz warunków przepływu cieczy myjącej [1].

Do oceny procesów mycia należy wykorzystywać pomiary on-line. Stosując ten system pomiarowy można śledzić parametry procesu i elastycznie, w zależności od potrzeb, reagować na zaistniałe problemy. W trakcie mycia w przepływie wielkością stosowaną do śledzenia procesu jest przewodność. Pomiar tej wielkości wykorzystuje się do oceny skuteczności płukania. Istotne jest poznanie zmian parametrów cieczy myjącej we wszystkich fazach, aby właściwie określić skuteczność procesu.

**Celem artykułu jest przybliżenie badań oceny skuteczności i energochłonności procesu mycia rurociągów w branży mleczarskiej.**

### METODA BADANIA

Badania wykonano w laboratoryjnej, dwu-zbiornikowej stacji mycia w przepływie, Clean In Place [1]. Stacja wyposażona jest w tory pomiarowe parametrów cieczy myjącej (mętności, przewodności i pH), wielkości charakteryzujących proces mycia (prędkość przepływu, ciśnienie, temperatura) oraz parametrów zasilania (napięcia prądu i mocy). Wszystkie układy pomiarowe, oprócz standardowego odczytu na wyświetlaczach, połączone są za pomocą karty pomiarowej do komputera. Wartości z pomiarów są zbierane i opracowywane przy użyciu programu LabView (rys. 1).

Elementami kontrolnymi podlegającymi brudzeniu i myciu były: odcinek rury o długości 1,3 m oraz szklany wziernik, w którym umocowano płytkę kontrolną (rys. 2.).



**Rys. 1.** Aparatura laboratoryjnej stacji do mycia w przepływie: 1. Elementy kontrolne brudzone i myte, 2. Mętnościomierz, 3. Przepływomierz, 4. Ciśnieniomierz, 5. Pomiar przewodności i pH, 6. Zawór dławiący, 7. Zestaw do pomiaru parametrów zasilania.

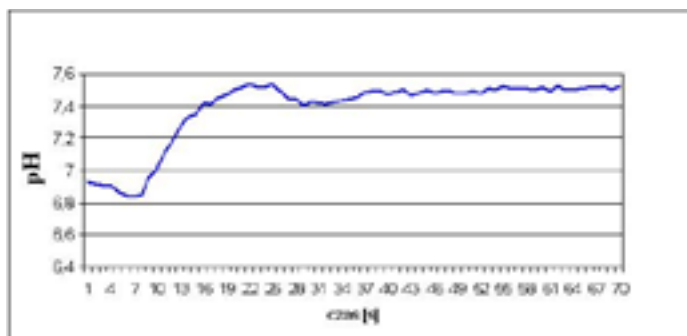


**Rys. 2.** Elementy kontrolne podlegające brudzeniu i ocenie skuteczności mycia.

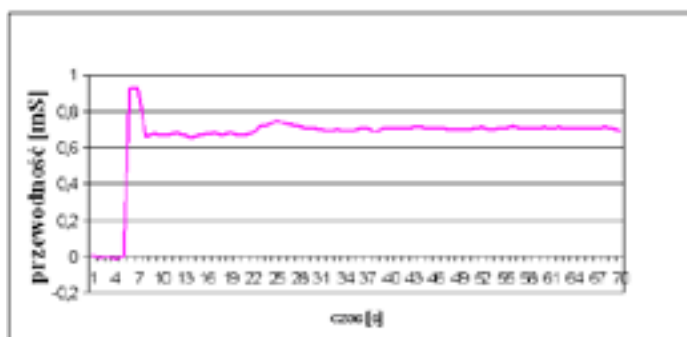
Program badań obejmował brudzenie elementów kontrolnych poprzez zalanie ich mlekiem o temperaturze ok. 7°C i przetrzymywanie przez 10 minut. Następnie elementy wmontowano w instalację stanowiska. Jako ciecz myjącą, zastosowano wodę o temperaturze 10°C, prędkości przepływu 1 m/s i nadciśnieniu 0,8 bar. Do mycia zabrudzonego odcinka rurociągu zastosowano ok. 100 l wody. W trakcie procesu woda przepompowywana była w obiegu zamkniętym charakterystycznym dla mycia w systemie CIP.

## WYNIKI I DYSKUSJA

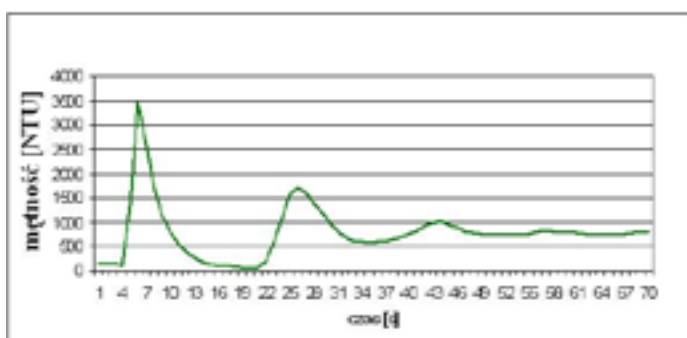
Rysunki 3, 4, 5 przedstawiają wyniki zrealizowanego procesu mycia. Wykresy obrazują wyraźne zmiany parametrów cieczy myjącej. W początkowej fazie mycia następuje wyraźny skok wartości parametrów, następnie niewielkie wahania i w końcowym etapie następuje stabilizacja parametrów na jednym poziomie, różnym od poziomu wyjściowego. Wartości te, są wyższe od początkowych, ponieważ woda krążąc w obiegu zamkniętym usuwa zabrudzenia z mytego odcinka kontrolnego zmieniając wartości parametrów mierzonych.



Rys. 3. Zmiana pH wody w procesie mycia rurociągu zabrudzonego mlekiem.



Rys. 4. Zmiana przewodności wody w procesie mycia rurociągu zabrudzonego mlekiem.



Rys. 5. Zmiana mętności wody w procesie mycia rurociągu zabrudzonego mlekiem.

Skokowa zmiana wartości w czwartej sekundzie pomiarów związana jest z włączeniem przepływu cieczy przez kontrolny, zabrudzony odcinek rurociągu. W okresie następnych trzech sekund nastąpił nieznaczny spadek pH oraz gwałtowny wzrost przewodności i mętności wody. Wynika z tego, że w tym okresie nastąpiło zerwanie znacznej warstwy zabrudzenia. Duży skokowy wzrost przewodności oraz niewielki spadek pH oznacza, iż w pierwszym okresie następuje intensywne wypłukiwanie zanieczyszczeń kwaśnych. W dalszym etapie, po około 2s. mycia następuje niewielki skokowy spa-

dek przewodności oraz stopniowy wzrost pH utrzymujący się do około 25-tej sekundy pomiarów. Oznacza to, że w drugim etapie usuwane są osady o charakterze zasadowym.

Największe zmiany zauważamy w pomiarach zmętnienia. W początkowej fazie następuje skok wartości mierzonej od ok. 100 NTU do wartości prawie 3500 NTU spowodowany pierwszym zabrudzeniem cieczy myjącej. Następnie obserwuje się spadek spowodowany napływem do układu czystej wody (100 NTU) i kolejne już mniejsze wzrosty i spadki, aż do ustabilizowania się mętności. W przebiegu zmian mierzonych wielkości można wyraźnie wyróżnić cztery, ok. 20 sekundowe cykle. Jest to następstwem zwracania cieczy do zbiornika i powtórnego jej przepływu przez zabrudzony odcinek. Jednokrotny cykl wykorzystania wody zawartej w zbiorniku trwa około 20s. Po kilku cyklach zwracania cieczy myjącej jej parametry stabilizują się w wyniku równomiernego rozłożenia zabrudzenia w całej objętości używanej cieczy myjącej.

Na podstawie pomiarów można wnioskować, że im większe zmętnienie tym więcej zabrudzeń przedostało się do cieczy myjącej i tym powierzchnia będzie czystsza. O intensywności usuwania zabrudzenia świadczy rozkład pierwszego pik. Im jest on dłuższy, tym proces wypłukiwania trwa dłużej, a im większa wartość zmian (wyższy pik), tym więcej zanieczyszczeń przedostało się do cieczy myjącej.

Przeprowadzone badania są pierwszym etapem do badań oceny skuteczności i energochłonności procesu mycia rurociągów. Przeprowadzone pomiary stanowią jeden z elementów oceny skuteczności mycia. Dalsze badania zostaną wzbogacone o testy białkowe i ocenę wizualną brudzonej i mytej powierzchni. Przedstawione stanowisko do mycia w obiegu zamkniętym wraz z torami pomiarowymi jest kompletnym narzędziem do oceny jakości procesu mycia.

## WNIOSKI

1. W instalacjach mycia CIP środek myjący przepompowywany w obiegu zamkniętym okresowo zmienia swe parametry.
2. Największe zmiany wartości parametrów cieczy myjącej występują w pierwszych sekundach przepływu i stabilizują się po czterokrotnym cyklu przepływu.
3. Usuwanie zabrudzeń w procesie mycia jest zjawiskiem wieloetapowym. Początkowo usuwane są zabrudzenia o charakterze kwasowym, a następnie zasadowym.
4. Z mierzonych wielkości: pH, przewodności i mętności najbardziej czułym były wskazania mętnościomierza.

## LITERATURA

- [1] Diakun J., Mierzejewska S.: Stanowisko do badań eksperymentalnych warunków i skuteczności mycia, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2005, t. 44 (36) nr 1-2/, s. 33-34.
- [2] Mierzejewska S., Diakun J.: Ocena stopnia zabrudzenia i skuteczności mycia powierzchni ze stali kwasoodpornej, Inżynieria Rolnicza, 2005, nr 11 (71), s. 325-332.
- [3] Kanegsberg B.: Handbook for critical cleaning, CRC Press LLC, 2001.
- [4] Dane techniczne aparatury pomiarowej.

## MONITORING PARAMETERS OF CLEANING IN FLOW

### SUMMARY

The aim of this work was introduction position to cleaning in the closed configuration with the possibility with measurement on line. It is possible to delimitation of the characteristic phase of the cleaning process in CIP system and it is possible to analysis intensity of soils removing. Parameters of the cle-

aning process were monitoring by the measuring equipment for continuous measurement. On the position were measure value parameters of cleaning liquid: dimness, conductivity, pH. During investigation were affirmed cycle of process and dependence in cleaning acidic and alkaline components.

**Key words:** parameters monitoring, Cleaning In Place.



### PRZEZNACZENIE:

- ▲ dla osób dorosłych:
  - = narażonych na znaczne obciążenia stawów (np. z nadwagą, sportowców osób wykonujących forsowną pracę),
  - = w stanach pourazowych, po zabiegach chirurgicznych, złamaniach, kontuzjach.
- ▲ dla osób po 60-tym roku życia.

### DYSTRYBUTOR:

HORTI Sp. z o.o.  
tel. 063 245 48 00 wew. 51  
022 668 69 33

### PRODUCENT:

Niemcy

### Enzymatyczny hydrolizat wieprzowych białek kolagenowych.

Suplement diety uzupełniający dietę w kolagen łagodzący dolegliwości zmian zwyrodnieniowych stawów.

Łatwo przyswajalny (w 95%) enzymatyczny hydrolizat białek kolagenowych:

- wspomaga utrzymanie właściwego stanu tkanki chrzęstno-stawowej (kolagen zwiększa gęstość kości),
- wspomaga proces odbudowy (regenerację) tkanki kostnej, łącznej (chrzęstno-stawowej), stawów i ścięgien oraz chroni stawy i więzadła przed uszkodzeniami i zwyrodnieniami,
- korzystnie wpływa na kondycję skóry, włosów i paznokci.

Preparat nie zawiera tłuszczu.

Bez dodatku cukru, zawiera naturalnie występujące cukry.

Preparat łatwo rozpuszczalny o naturalnym smaku i zapachu.

### Składniki:

Enzymatyczny hydrolizat białek kolagenowych otrzymanych ze skór wieprzowych.

### Zalecane spożycie:

10 g dziennie, spożywać przynajmniej przez okres 2-3 miesięcy.

### PRZECIWWSKAZANIA:

Brak przeciwwskazań.

Informacja żywieniowa	100 g	W zalecanej dziennej porcji (2 płaskie miarki=10 g proszku)
Wartość energetyczna	1687 kJ 404 kcal	168,7 kJ 40,4 kcal
Białko-hydrolizowane białka kolagenowe	92g	9,2 g
Tłuszcz	<0,1g	<0,01 g
Węglowodany	<1,0g	<0,1g

Dr inż. Małgorzata SOBCZYK  
Zakład Technologii Zbóż, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## OCENA JAKOŚCI PIECZYWA PSZENNEGO OTRZYMANEGO METODĄ ODROZONEGO WYPIEKU®

*W artykule przedstawiono badania dotyczące jakości pieczywa pszennego drobnego otrzymanego metodą odroczonego wypieku. Dla uzyskania wysokiej jakości bułek oraz dla maksymalnego zmniejszenia zmian zachodzących bezpośrednio po wypieku, zastosowano polepszacze piekarskie, przeznaczone przede wszystkim do pieczywa mrożonego. Przygotowane ciasto dzielono na kęsy, pakowano w torebki polietylenowe po 50 szt. i mrożono szokowo w temperaturze  $-37 - -39^{\circ}\text{C}$  przez 47-52 minuty, a następnie przechowywano w temperaturze  $-18^{\circ}\text{C}$  w czasie do 12 godzin.*

**Słowa kluczowe:** mąka pszenna, mrożenie, pieczywo, polepszacz.

### WSTĘP

Pieczywo jako jeden z najistotniejszych i najczęściej spożywanych produktów zbożowych, stanowi trzecią, co do wielkości grupę wchodzącą w skład całodzienniej racji pokarmowej. Wysoki udział w diecie człowieka zawdzięcza dużej zawartości białka, węglowodanów, błonnika, substancji mineralnych oraz witamin z grupy B [5].

Jako produkt stosunkowo nietrwały, podczas przechowywania ulega niekorzystnym przemianom chemicznym, w tym enzymatycznym i mikrobiologicznym oraz istotnym zmianom tekstury, jakim jest czerstwienie.

Obecny stan wiedzy umożliwił opracowanie wielu sposobów przedłużenia trwałości wyrobów piekarskich. Duże możliwości w tym zakresie daje przechowywanie pieczywa w niskich temperaturach, co pozwala na eliminację biologicznych, czy chemicznych środków przedłużania przydatności konsumpcyjnej, wykazujących nie zawsze korzystny wpływ na nasze zdrowie.

Od kilkadziesiąt lat można zauważyć wzrost zainteresowania zagadnieniem stosowania niskich temperatur w technologii piekarstwa. Powody, które zadecydowały o wprowadzeniu nowej technologii to spadek zainteresowania konsumentów „dmuchanym” pieczywem, rosnąca konkurencja na rynku i potrzeba spełnienia oczekiwań klienta, aby gorące „prosto z pieca” pieczywo trafiało do rąk nabywcy. Wykorzystanie obniżonych temperatur w piekarstwie, mimo kosztów związanych z zakupem odpowiednich urządzeń chłodniczych, przynosi ogromne korzyści, jak np.: możliwość racjonalnego zaplanowania produkcji w celu uniknięcia zatorów produkcyjnych i eliminacja pracy w porze nocnej.

Już na początku lat 50-tych próbowano w USA stosować metodę zapiekania drobnego pieczywa, nazwaną „zarumienić i podawać” [12].

Technologia „odroczonego wypieku” jest coraz powszechniej stosowana również w Polsce. Polega ona na wyprodukowaniu w piekarni kęsów ciasta lub też podpieczonych kęsów ciasta, szokowym ich zamrożeniu w temperaturze poniżej  $-30^{\circ}\text{C}$  i dostarczeniu w stanie zamrożonym do miejsca wypieku [3,11,13].

Metoda ta może przyjąć różne warianty, w zależności od punktu (momentu), w którym proces wytwarzania pieczywa zostanie przerwany i nastąpi zamrożenie.

Może to być:

- wypiek zapieczonych i zamrożonych kęsów ciasta składający się z następujących etapów: sporządzenie ciasta (mieszenie) → fermentacja → dzielenie → formowanie kęsów → rozrost kęsów → zapiekanie kęsów → pakowanie kęsów → zamrażanie i składowanie kęsów w stanie zamrożonym → rozmrażanie kęsów → dopiekanie kęsów → uzyskanie pieczywa,
- wypiek zamrożonych kęsów ciasta przebiegający poprzez: sporządzenie ciasta (mieszenie) → fermentacja → dzielenie → formowanie kęsów → rozrost kęsów → pakowanie kęsów → zamrażanie i składowanie kęsów w stanie zamrożonym → rozmrażanie kęsów → wypiek kęsów → uzyskane pieczywo,
- wypiek kęsów ciasta nie poddanych fermentacji przed zamrożeniem, przebiegający w następujących etapach: sporządzenie ciasta (mieszenie) → dzielenie i formowanie kęsów → pakowanie kęsów → zamrażanie i składowanie kęsów w stanie zamrożonym → rozmrażanie kęsów → rozrost kęsów → wypiek kęsów → uzyskane pieczywo [4].

**Celem pracy zaprezentowanej w artykule było zbadanie wpływu zastosowanych polepszczy piekarskich na jakość pieczywa pszennego uzyskanego w wyniku procesu tzw. „odroczonego wypieku”.**

### METODY BADAŃ

Materiał doświadczalny stanowiło drobne pieczywo pszenne – bułki „kajzerki”, uzyskane metodą tzw. „odroczonego wypieku”. Do przygotowania ciasta wykorzystano następujące surowce: mąkę pszenną typ 500 wyprodukowaną przez „Polskie Młyny” S.A w Szymanowie, świeże drożdże piekarskie, sól, margarynę, cukier oraz trzy różne polepszacze piekarskie do drobnego pieczywa pszenne: KROKANT stosowany do pieczywa pszenne, UNIVERS stosowany do pieczywa pszenne mrożonego firmy Sonneveld oraz MULTIBACK FROST firmy BakeMark Polska stosowany do pieczywa pszenne i mieszanego mrożonego. Jakość mąki pszennej określały następujące parametry: zawartość skrobi – 66,8%, zawartość białka ogółem – 10,6%, zawartość glutenu

– 30,7%, rozpylność – 8 mm, liczba glutenowa – 45,4 oraz liczba opadania – 354 s. Reologiczne właściwości ciasta bez- i z dodatkiem polepszaczy badano wykorzystując farinograf firmy Brabendera. Na podstawie uzyskanych farinografów ustalono wodochłonność mąki, a także odczytano cechy takie jak: czas rozwoju i stałości ciasta, oporność ciasta na mieszanie, rozmięczenie po 10 min, czas do załamania, liczbę jakości. Do odczytu wykorzystany został program komputerowy, przeznaczony do interpretacji wykresów według standardów Brabendera/ICC [7].

Przygotowanie ciasta na pieczywo otrzymane metodą „odroczonego wypieku” odbywało się zgodnie z recepturą zamieszczoną w tabeli 1.

Przygotowane ciasto dzielono na kęsy, pakowano w torebki i mrożono szokowo. Proces rozmrażania prowadzono w szafie fermentacyjnej w temp. 32-35°C przez około 2 godziny. Po rozmrożeniu następowała fermentacja ciasta przez około 20 minut.

Gotowe, wyrośnięte kęsy ciasta wypiekano w piecu obrotowym w temp. 240-250°C w czasie 12-14 minut. Analizę wybranych cech fizyko-chemicznych (objętość, wilgotność, twardość miękiszu) oraz punktową ocenę uzyskanych bułek przeprowadzono odpowiednio po upływie 2,8 godzin po wypieczeniu [1].

**Tabela 1.** Receptura ciasta na bułki „kajzerki”

Surowce	Użyta ilość
mąka pszenna typ 500	75 [kg]
drożdże świeże	4 [kg]
sól kuchenna	1,2 [kg]
margaryna	2 [kg]
cukier	1,8 [kg]
woda	35 [l]
polepszacz	3-5 [kg]*

\*Ilość zastosowanego polepszacza jest zależna od zaleceń producenta

Twardość miękiszu mierzono za pomocą analizatora tekstury typ TA.XT2, używając do jego penetracji na głębokość 9 mm przystawki w kształcie walca o średnicy 25 mm. Pomiar wykonywano w centralnej części miękiszu bułki (w jej środku geometrycznym), w czterech powtórzeniach. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie korzystając z programu Statgraphics Plus 4.1.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z charakterystyki parametrów jakościowych stosowanej mąki pszennej typ 500 wynika, że wykazywała ona dobre właściwości wypiekowe wymagane do produkcji drobnego pieczywa pszenne [2,8]. Potwierdzają to także wyniki analizy farinograficznej (tab.2). Dodatek polepszaczy do ciasta miał wyraźny, statystycznie istotny wpływ na cechy farinograficzne. Do korzystnych zmian należy zaliczyć wzrost czasu stałości ciasta (od 27,1 do 33,3%), zmniejszenie rozmięczenia po 10 min. (od 11,8 do 47,0%), jak również podwyższenie liczby

jakości (od 2,9 do 9,3%) dla polepszaczy Multiback i Krokant w stosunku do próby kontrolnej (bez polepszaczy). Niekorzystny wpływ dodatku polepszaczy w stosunku do mąki to przede wszystkim skrócenie czasu rozwoju ciasta i oporności na mieszanie.

Wodochłonność mąki pozostawała na poziomie próby kontrolnej i nie była istotna statystycznie (tab. 2).

**Tabela 2.** Właściwości reologiczne ciasta z mąki pszennej typ 500 bez- i z dodatkiem polepszaczy (badanie farinografem Brabendera)

Rodzaj polepszacza	Cechy fizyczne ciasta					
	Wodochłonność [%]	Czas rozwoju ciasta [min]	Czas stałości ciasta [min]	Oporność ciasta na mieszanie [min]	Rozmięczenie po 10 min [FU]	Liczba jakości
Próba kontrolna	63,5a	6,8a	9,6a	16,4a	17a	171a
Multiback Frost	63,3a	1,7b	12,2b	13,9b	15a	176a
Univers	63,2a	2,9c	6,5c	9,4c	27b	87b
Krokant	63,1a	2,5c	12,8b	15,3d	9c	187c

a, b, c, d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$ .

Objętość bułek „kajzerki” w przeliczeniu na 100g jest ściśle związana z masą pieczywa. Podczas mrożenia ciasta obserwowano przede wszystkim spadek objętości uzyskanego pieczywa. Przyczyną tego mogło być osłabienie aktywności drożdży w czasie zamrażania, rozmrażania, a także zmiany w strukturze ciasta prowadzące do zmniejszenia siły zatrzymywania gazów oraz wahania temperatury podczas procesu mrożenia [14].

Przeprowadzone badania wykazały istotną statystycznie zmianę objętości bułek w czasie 8 godzinowego przechowywania. Dodatek polepszaczy powodował wzrost objętości produktu gotowego w stosunku do próby kontrolnej od 7,7 do 23,5%, jednak w miarę upływu czasu (8h) objętość ta ulegała zmniejszeniu od 19,7 do 24,2%, ale i tak była wyższa niż w pieczywie bez dodatku polepszaczy (tab. 3). Zawartość wody w pieczywie zależy od ilościowego stosunku skórki do miękiszu, ale również od ilości skrobi w cieście, której zadaniem jest wiązanie wody. Wilgotność miękiszu kajzerki powinna wynosić 35-50% [1]. W przypadku badanych bułek wartość ta była zgodna z danymi literaturowymi. Wykonane badania wskazały na nieznaczny spadek, ale nie istotny statystycznie, wilgotności bułek przy zastosowaniu wszystkich polepszaczy o ok. 2,5%-2 godz. po wypieku, a następnie spadek tej wartości od 1,7 do 3,5% w miarę upływu czasu przechowywania (8h) (tab. 3).

Na podstawie uzyskanych wyników badań twardości miękiszu (tab.3) można zauważyć, iż w miarę upływu czasu dodatek polepszaczy powodował wzrost badanej cechy od 50 do 137% w stosunku do próby kontrolnej. Może to świadczyć o mniejszej porowatości i elastyczności miękiszu, jak również mógł to być wpływ struktury miękiszu, powstały podczas mrożenia i rozmrażania ciasta, co wynika ze zmian zaistniałych w strukturze siatki glutenowej [6,10].



**Tabela 3.** Wybrane cechy określające jakość pieczywa pszenego bez- i z zastosowaniem polepszacza

Rodzaj dodanego polepszacza	Objętość 100 g pieczywa [cm <sup>3</sup> ]		Wilgotność miększu [%]		Twardość miększu [N]	
	2 h	8 h	2 h	8 h	2 h	8 h
Próba kontrolna (świeże pieczywo)	552,0a	479,3a	39,6a	39,5a	1,5a	0,8a
Multiback Frost	594,7a	573,5b	38,6b	38,1b	0,8b	1,2b
Univers	634,5b	583,2b	40,3ac	39,8ac	0,5c	1,9c
Krokant	681,6c	595,1b	40,4ac	40,2ac	0,5c	1,2b

a, b, c, d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$ .

Punktowa ocena organoleptyczna bułek kajzerek obejmowała takie cechy jak: wygląd zewnętrzny, stan skórki i jej barwę, mięksiz i jego barwę, a także smak i zapach. Przeprowadzona ocena pozwoliła stwierdzić, iż proces mrożenia jak również dodatek polepszaczy nie miał większego wpływu na jakość bułek „kajzerek”, które w klasyfikacji punktowej uzyskały 32-29 punktów i zaliczane są do I poziomu jakości [1,9] (tab. 4).

**Tabela 4.** Punktowa ocena jakości bułek „kajzerek” otrzymanych metodą odroczonego wypieku

Rodzaj dodanego polepszacza	Czas przechowywania [h]	Wyróżniki jakości bułek								Smak i zapach	Suma punktów
		Wygląd zewnętrzny	Skórka			Mięksiz					
			Barwa	Grubość	Pozostałe cechy	Elastyczność	Porowatość	Pozostałe cechy			
Próba kontrolna (świeże pieczywo)	2	5	3	4	4	4	3	3	6	32	
	8	5	3	4	4	4	3	2	6	31	
Multiback Frost	2	5	2	4	4	3	3	2	6	29	
	8	5	2	4	4	3	3	2	6	29	
Univers	2	5	2	4	4	4	3	2	6	30	
	8	5	2	4	4	4	3	2	6	30	
Krokant	2	5	2	4	4	3	3	2	6	29	
	8	5	2	4	4	3	3	2	6	29	

## WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono:

1. Wykorzystywana do badań mąka pszenna typ 500 charakteryzowała się odpowiednią jakością, zatem może być używana do produkcji drobnego pieczywa pszennego otrzymywanego metodą odroczonego wypieku.

2. Stosowane polepszacze (Multiback Frost i Krokant) wpływały korzystnie na cechy ciasta pszennego poprzez:

- wydłużenie czasu stałości ciasta,
- zmniejszenie rozmiękczenia po 10 min.,
- podwyższenie liczby jakości mąki.

3. Właściwości reologiczne ciasta potwierdziły, iż zastosowane polepszacze do mąki pszennej typ 500 nadawały się do produkcji mrożonych ciast.

4. Na jakość uzyskanego pieczywa zasadniczo nie miał wpływu czas mrożenia ciasta przed wypiekiem, lecz stosowany rodzaj polepszacza. Bułki uzyskane z ciasta mrożonego przez 12 godzin charakteryzowały się wyższą objętością i wilgotnością niż próba kontrolna, a twardość miększu wzrastała.

## LITERATURA

- [1] Ambroziak Z.: Piekarstwo i ciastkarstwo, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1988.
- [2] Ambroziak Z.: Produkcja piekarsko-ciastkarska, cz. I. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1998.
- [3] Ambroziak Z., Neryng A., Piesiewicz H., Staszewska E., Janik M., Wasiluk M.: Optymalizacja procesu odroczonego wypieku pieczywa żytniego i mieszanego, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2001, 49, (1), 2-6.
- [4] Janik M., Lewicka B., Staszewska E.: Ocena krajowych drożdży pod kątem przydatności do wytwarzania pieczywa metodą odroczonego wypieku, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 1998,46, (3), 10-13.
- [5] Mielcarz M.: Wartość odżywcza pieczywa i jego przeznaczenie dla konsumentów wymagających określonych diet (cz. I) Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2004,52, (100), 12-13.
- [6] Piesiewicz H.: Zamrażanie ciasta w kontekście wymagań jakościowych dla drożdży piekarskich, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 1997, 45, (12), 4-7.
- [7] PN-ISO 5530: 1999. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta, Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [8] PN-A-74022: 2002. Przetwory zbożowe, Mąka pszenna.
- [9] PN-A-74108.1996. Pieczywo, Metody badań.
- [10] Postolski J., Gruda Z.: Zamrażanie żywności, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
- [11] Proszyńska K.: Pieczywo mrożone i wstępnie podpieczone, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2001, 49, (11), 52.
- [12] Reineke D.: Półpieczone, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2001, 49, (3),31-32.
- [13] Vollmar A.: Pieczywo mrożone i wstępnie podpieczone, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2001, 49, (11), 52.
- [14] Wassermann L.: Gefrostete Teiglinge (Basis: Wasserware), Rezepturen, Getreide Mehl und Brot. 1990, 44, (7), 218-220.

## THE QUALITY CONTROL OF WHEAT BREAD CONTAINED BY POSTPONED BAKING METHOD

### SUMMARY

*This article presents a research concerning the quality of wheat rolls produced using the method of postponed baking. Baking improvers, intended especially for frozen bread, have been used in order to obtain high quality rolls and to reduce maximally changes which appear directly after baking. Dough was divided into portions, packaged up in polyethylene bags 50 pieces each and shock frozen in  $-37$  to  $-39^{\circ}\text{C}$  for 47 to 52 minutes. Then it was stored in  $-18^{\circ}\text{C}$  during the time up to 12 hours.*

**Key words:** *bread, freezing, improver, wheat flour.*

Dr hab. inż. Zbigniew PAŁACHA  
Mgr inż. Katarzyna KĘDZIERSKA  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

## WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE WYBRANYCH DODATKÓW PRZYPRAWOWYCH DO ŻYWNOŚCI POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO®

*W artykule określono właściwości sorpcyjne wybranych dodatków przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego. Analizowane dodatki przyprawowe do żywności charakteryzowały się zróżnicowaną zdolnością adsorpcji wody. W przedziale aktywności wody 0,075÷0,903 występowały wyraźne różnice w przebiegu izoterm i krzywych kinetyki adsorpcji wody. Izoterm adsorpcji wody dodatków przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego miały przebieg zgodny z przebiegiem izoterm typu II i III według klasyfikacji Brunauera i współpracowników. Wyniki pomiarów zostały zobrazowane odpowiednimi wykresami i opisane wybranymi modelami sorpcji.*

### WSTĘP

W ostatnich latach w celu zaspokojenia wymagań oraz oczekiwań konsumentów w stosunku do produktów żywnościowych [9, 23, 24] bardzo rozpowszechnione stało się stosowanie dodatków do żywności. W produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego, w czasie przetwarzania i utrwalania surowców często stosowane są substancje nazywane dodatkami do żywności. Są one dodawane głównie w celu przedłużenia trwałości przechowalniczej, modyfikacji struktury, konsystencji, cech sensorycznych oraz polepszenia wartości odżywczej gotowych wyrobów. Producenci stosują je w celu ułatwienia przebiegu procesów produkcyjnych, zmniejszenia kosztów wytwarzania oraz kształtowania konkurencyjności wyrobów na rynku [8, 9, 11, 12, 21, 23, 25, 26, 31]. Dodatki do żywności pochodzenia zwierzęcego są często niezbędne ze względów technologicznych, organoleptycznych oraz higienicznych, mogą również wspomagać działanie innych substancji dodatkowych [5, 6, 7, 23, 24].

Właściwości sorpcyjne żywności znalazły szerokie zastosowanie w różnych obszarach technologii. Najlepszym narzędziem określenia właściwości sorpcyjnych jest wyznaczenie izoterm sorpcji wody, a następnie jej analiza [17]. W celu wyznaczenia izoterm sorpcji wymagana jest znajomość aktywności wody i jej zawartości w materiale. Dysponując izotermami sorpcji można badać właściwości termodynamiczne procesu sorpcji wody oraz określać strukturę produktów spożywczych. Izoterm umożliwiają również określenie optymalnej zawartości wody w materiale. Dzięki wyznaczonym izotermom sorpcji można określić wrażliwość produktu na wilgoć oraz stopień chłonięcia przez niego wody, a także przewidzieć zmiany jakie mogą zajść w materiale w trakcie jego przechowywania [3, 27, 28].

Do pełnej oceny właściwości sorpcyjnych żywności, oprócz wyznaczenia izoterm sorpcji wody charakteryzujących stan równowagi wilgotnościowej, niezbędne jest uzyskanie danych opisujących kinetykę procesu sorpcji wody, czyli dochodzenia do stanu równowagi wilgotnościowej między materiałem, a otaczającym go środowiskiem [19]. Literatura podaje wiele przykładów prac opisujących kinetykę adsorpcji wody na wybranych produktach spożywczych, brak jest jed-

nak danych dotyczących dodatków przyprawowych stosowanych do żywności pochodzenia zwierzęcego.

**Celem pracy zaprezentowanej w artykule było określenie właściwości sorpcyjnych wybranych dodatków przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego. Zakres pracy obejmował określenie kinetyki adsorpcji wody przez wybrane dodatki przyprawowe do żywności pochodzenia zwierzęcego. Wyznaczone zostały również izoterm adsorpcji wody tych materiałów oraz podjęto próbę ich matematycznego opisu.**

### METODYKA BADAŃ

Do badań użyto 10 dodatków przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego firmy Sovit. W tabeli 1 przedstawiono skład chemiczny badanych dodatków przyprawowych (dane z firmy Sovit).

#### 1. Metody analityczne

W badanych materiałach oznaczono zawartość wody, aktywność wody, określono kinetykę procesu adsorpcji wody oraz wyznaczono izoterm adsorpcji wody.

##### Oznaczenie zawartości wody

Oznaczenie zawartości wody w badanych dodatkach przyprawowych przeprowadzono metodą suszenia pod obniżonym ciśnieniem w suszarce Horyzont Spt – 200. Próbkę materiału suszono w temperaturze  $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , pod obniżonym ciśnieniem, przez 24 godziny. Pomiar wykonano w 2 powtórzeniach.

##### Oznaczenie aktywności wody

Aktywność wody zmierzono za pomocą miernika aktywności wody Rotronic Hygroskop DT. Pomiar przeprowadzono w 2 powtórzeniach.

##### Określenie kinetyki procesu adsorpcji wody

Kinetykę adsorpcji wody oznaczono na wadze analitycznej Mettler AE 240. Pomiar wykonano przy czterech poziomach aktywności wody środowiska (0,328, 0,529, 0,753 i 0,903) w temperaturze  $25^{\circ}\text{C}$  w czasie 48 godzin. Wstępnie wysuszone próbki materiału (temperatura suszenia  $70^{\circ}\text{C}$ , ciśnienie 270 Pa,

czas 24 godziny) o masie ok. 1g odważone z dokładnością  $\pm 0,0001g$ , umieszczono w środowisku o określonej aktywności wody, a następnie określono zmianę ich masy podczas procesu adsorpcji w następujących odstępach czasowych: po 0,25, 0,5, 1,3, 6,24 i 48 godzinach. Dla każdego dodatku przygotowawczego, przy danej wilgotności względnej środowiska, pomiary wykonano w 2 powtórzeniach.

#### Wyznaczenie izoterm adsorpcji wody

Izotermi adsorpcji wody określono metodą statycznoksykatorową [30], stosując nasycony roztwór NaOH i nasycone roztwory soli jako czynniki higrostatyczne, w zakresie aktywności wody od 0,075 do 0,903 w temperaturze 25°C. Materiał (ok.1g) dosuszony w temperaturze 70°C, pod ciśnieniem 270 Pa w ciągu 24 godzin, umieszczono w higrostaty i przetrzymywano w nich przez 3 miesiące. Następnie wyznaczono izotermi adsorpcji wody dla badanych materiałów i przeprowadzono ich analizę.

## 2. Metody obliczeniowe

Do opisu izoterm adsorpcji wody badanych materiałów zastosowano następujące modele: BET [1], GAB [29], Lewickiego [14], Pelega [20], Oswina [15], Halseya [10] oraz Freundlicha [32].

**Tabela 1.** Skład chemiczny dodatków przyprawowych stosowanych do żywności pochodzenia zwierzęcego (dane producenta)

Lp.	Nazwa składnika	Kod identyfikacyjny składnika dodatku	Udział składnika [%]
<b>I</b> <b>Dodatek A</b>			
1	Chlorek sodu (NaCl)	-	49,0
2	Przyprawy naturalne	-	41,0
3	Glutaminian sodu	E 621	5,0
4	Ditlenek krzemu (antyzbrylacz)	E 551	3,0
5	Aromaty oleiste	-	2,0
<b>II</b> <b>Dodatek B</b>			
1	Karagen	E 407	98,0
2	Chlorek sodu (NaCl)	-	2,0
<b>III</b> <b>Dodatek C</b>			
1	Zelatina spożywcza	E 441	51,0
2	Glukoza	-	13,0
3	Chlorek sodu (NaCl)	-	12,0
4	Glutaminian sodu	E 621	8,0
5	Maltodekstryna	-	7,0
6	Octan sodu	E 262	4,0
7	Przyprawy naturalne	-	3,0
8	Aromaty oleiste	-	2,0
<b>IV</b> <b>Dodatek D</b>			
1	Cytrynian trisodowy	E 331 (iii)	27,0
2	GDL (Lakton kwasu glukonowego)	E 575	21,0
3	Mleczan wapnia	E 327	20,0
4	Askorbinian sodu	E 301	12,0
5	Octan sodu bezwodny	E 262 (i)	10,0
6	Sorbinian potasu	E 202	4,0
7	Cytrynian jednosodowy	E 331 (i)	3,0
8	Ditlenek krzemu (antyzbrylacz)	E 551	3,0

Lp.	Nazwa składnika	Kod identyfikacyjny składnika dodatku	Udział składnika [%]
<b>V</b> <b>Dodatek E</b>			
1	Glutaminian sodu	E 621	40,0
2	Maltodekstryna		32,0
3	Chlorek sodu (NaCl)		15,0
4	Aromaty oleiste		5,0
5	Ekstrakt drożdżowy		5,0
6	Ditlenek krzemu (antyzbrylacz)		3,0
<b>VI</b> <b>Dodatek F</b>			
1	Koncentrat białka sojowego (zawartość białka 70%)		63,0
2	Mono- i di glicerydy kwasów tłuszczowych	E 471	11,0
3	Skrobia lub maltodekstryna	E 1422	9,5
4	Glukoza		8,5
5	Guma guar	E 412	8,0
<b>VII</b> <b>Dodatek G</b>			
1	Przyprawy naturalne		41,0
2	Glutaminian sodu	E 621	17,0
3	Maltodekstryna		16,0
4	Dekstroza		15,0
5	Chlorek sodu (NaCl)		5,0
6	Oleorezyny przypraw naturalnych		5,0
7	Ditlenek krzemu (antyzbrylacz)	E 551	1,0
<b>VIII</b> <b>Dodatek H</b>			
1	Tripolifosforan	E 451 (i)	45,0
2	Mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych	E 471	30,0
3	Glukoza		13,0
4	Cytrynian trisodowy	E 331 (iii)	10,0
5	Izoaskorbinian sodu	E 316	2,0
<b>IX</b> <b>Dodatek I</b>			
1	Tripolifosforan	E 451 (i)	42,0
2	Karagen	E 407	30,
3	Cytrynian trisodowy	E 331 (iii)	11,5
4	Glukoza		8,0
5	Askorbinian sodu	E 301	4,0
6	Glutaminian sodu	E 621	2,5
7	LBG (mączka chleba świętojańskiego)	E 410	2,0
<b>X</b> <b>Dodatek J</b>			
1	Izolat białka sojowego		31,5
2	Tripolifosforan	E 451 (i)	28,5
3	Karagen	E 407	19,0
4	Glukoza		10,5
5	Cytrynian trisodowy	E 331 (iii)	6,0
6	Glutaminian sodu	E 621	2,0
7	Askorbinian sodu	E 301	1,5
8	LBG (mączka chleba świętojańskiego)	E 410	1,0

Program Table Curie 2D (Jandel Scientific) użyto do dopasowania testowanych modeli do danych doświadczalnych. Przydatność modeli do opisu użytych izoterm została oceniona na podstawie średniego błędu kwadratowego (RMS) wyrażonego w %.

## OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

### 1. Charakterystyka surowców

W tabeli 2 przedstawiono średnią zawartość wody i aktywność wody w badanych dodatkach przyprawowych do żywności pochodzenia zwierzęcego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że najwyższą aktywnością wody charakteryzował się dodatek J,  $a_w = 0,347$  (zawierający 28,5% tripolifosforanu) oraz dodatek A,  $a_w = 0,338$  (zawierający 49,0% chlorku sodu). Natomiast najniższą aktywnością wody (0,212) odznaczał się dodatek E (zawierający 40,0% glutamianu sodu oraz 32,0% maltodekstryny) (tab.1). Najwyższą zawartość wody miał dodatek C (9,49%), zawierający duże ilości żelatyny spożywczej (51,0%), zaś dodatek E (1,84%). Otrzymane wyniki wskazały na brak prostej zależności między aktywnością danego dodatku przyprawowego a jego zawartością wody [22].

**Tabela 2.** Zawartość wody oraz aktywność wody w badanych dodatkach do żywności pochodzenia zwierzęcego

Rodzaj dodatku	Średnia zawartość wody [%]	Średnia aktywność wody
A	2,05	0,338
B	6,86	0,241
C	9,49	0,316
D	4,86	0,249
E	1,84	0,212
F	5,83	0,286
G	6,19	0,277
H	4,31	0,267
I	3,79	0,268
J	4,25	0,347

### 2. Kinetyka adsorpcji wody

Kinetykę adsorpcji wody przez dodatki przyprawowe do żywności pochodzenia zwierzęcego przedstawiono na rysunkach 1-6.

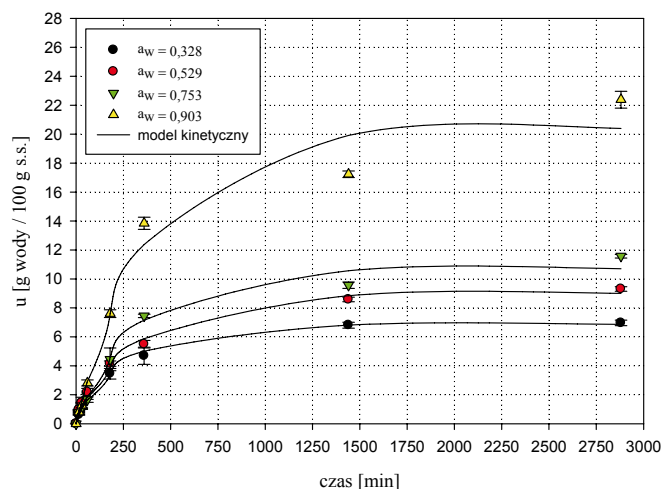
Dla wszystkich dodatków do żywności pochodzenia zwierzęcego wraz ze wzrostem aktywności wody wzrastała zawartość wody w materiale (rys. 1-6). Charakterystyczne, że w przedziale aktywności wody 0,328-0,753 różnice w przebiegu krzywych kinetycznych były nieznaczne. Natomiast wzrost aktywności wody środowiska do wartości 0,903 spowodował bardziej dynamiczny wzrost zawartości wody we wszystkich badanych dodatkach przyprawowych. Największy przyrost zawartości wody przy aktywności wody 0,903 zaobserwowano dla dodatku C, najmniejszy dla dodatku F (rys. 6).

Przy aktywności wody 0,328 (rys. 5) największą zdolność adsorpcji wody po 48 godzinach wykazywał dodatek B 6,964 [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.], w którym największy udział stanowił karagen (98,0%). Najniższą wartość zdolności adsorpcji wody po 48 godzinach wykazywał dodatek A 1,498 [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.] zawierający znaczne ilości chlorku sodu (49,0%) oraz przypraw naturalnych (41,0%).

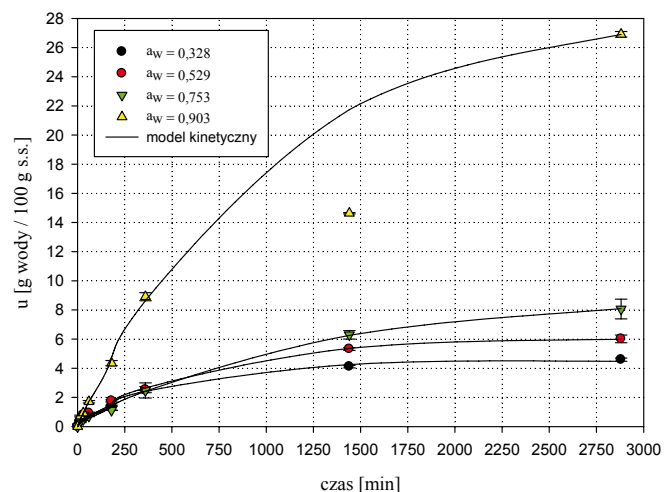
Podobnie przy aktywności wody 0,529 oraz 0,753 największą zdolność chłonięcia wody po 48 godzinach wykazywał

dodatek B 9,306 oraz 11,570 [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.] i najmniejszą zdolność chłonięcia wody w tych środowiskach po 48 godzinach 2,206 oraz 3,082 [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.] wykazał dodatek A.

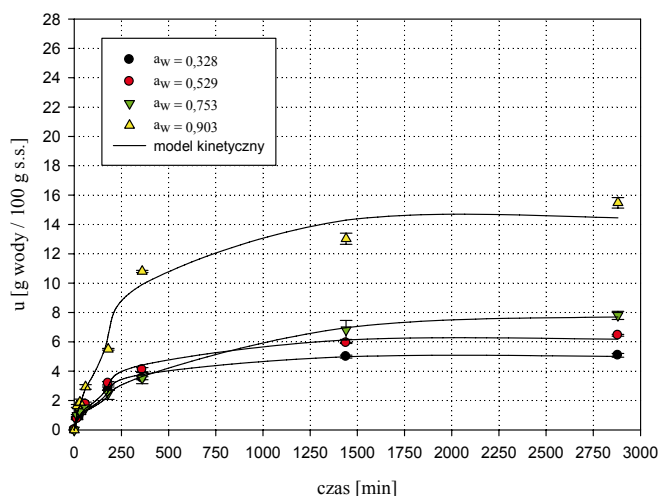
W środowisku o aktywności wody 0,903 (rys. 6) największą zdolność chłonięcia wody po 48 godzinach wykazał dodatek C 26,909 [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.] (zawierający znaczne ilości żelatyny spożywczej (51,0%) oraz chlorku sodu (12,0%)) zaś najniższą dodatek przyprawowy F 15,475 [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.], zawierający 63% koncentratu białka sojowego.



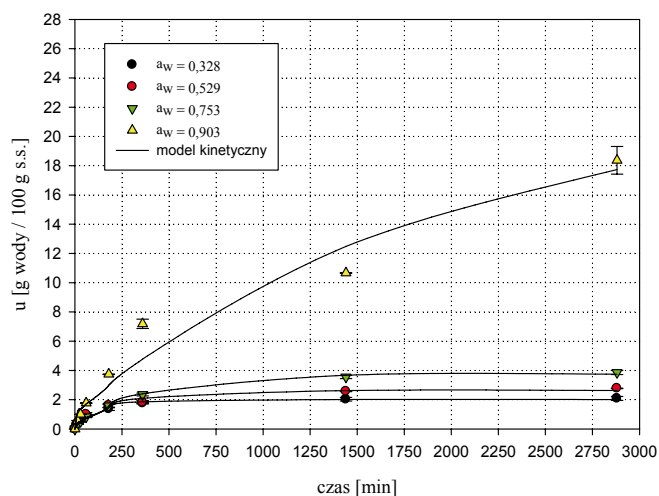
**Rys. 1.** Kinetyka adsorpcji wody dla dodatku B.



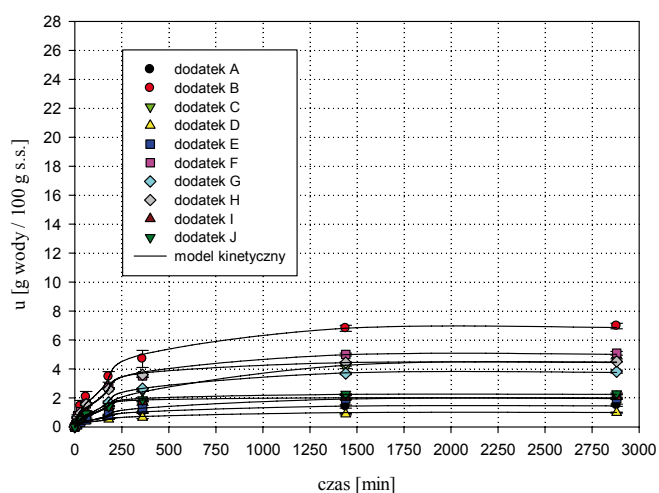
**Rys. 2.** Kinetyka adsorpcji wody dla dodatku C.



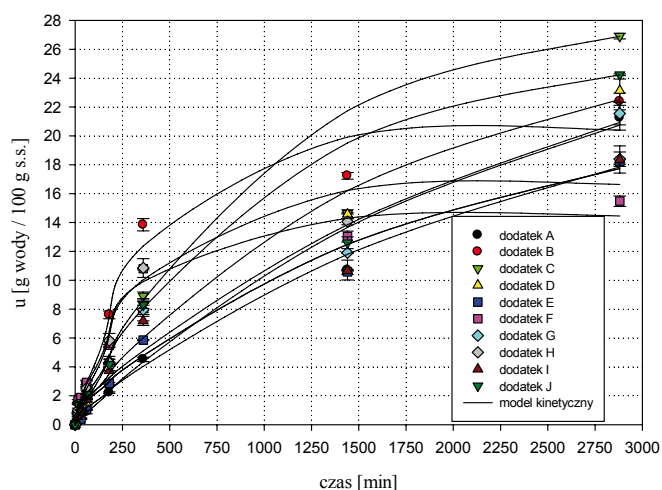
**Rys. 3.** Kinetyka adsorpcji wody dla dodatku F.



Rys. 4. Kinetyka adsorpcji wody dla dodatku I.



Rys. 5. Kinetyka adsorpcji wody badanych dodatków przy aktywności wody 0,328.



Rys. 6. Kinetyka adsorpcji wody badanych dodatków przy aktywności wody 0,903.

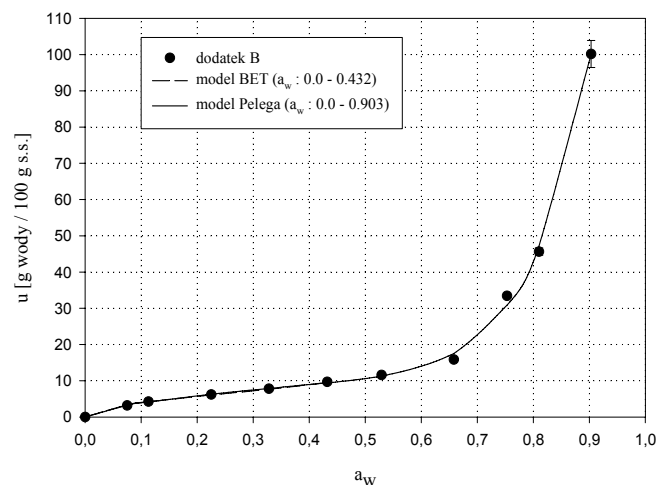
W środowisku o aktywności wody 0,753 wartości równowagowej zawartości wody dodatków przyprawowych były od 2,35 razy (dodatek F) do 14,12 razy (dodatek E) wyższe od średniej zawartości wody otrzymanej w próbkach przetrzymywanych przez 48 godziny w środowisku o tej samej aktyw-

ności wody. W środowisku o aktywności wody 0,903 wartości równowagowej zawartości wody były od 1,38 razy (dodatek A) do 13,21 razy (dodatek H) wyższe od średniej zawartości wody po 48 godzinach.

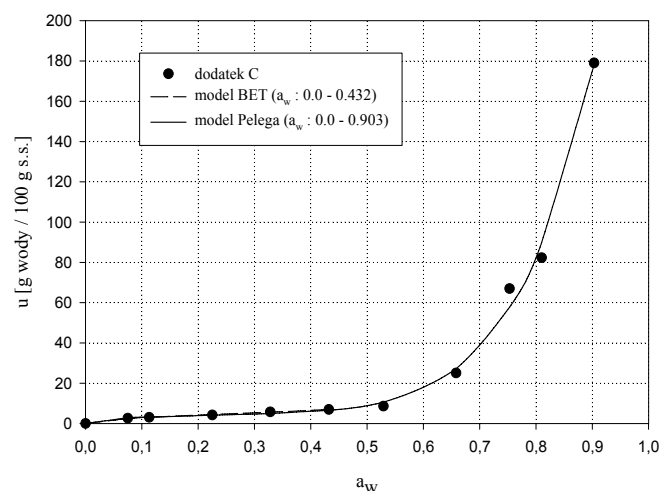
W środowisku o niskiej aktywności wody zachodził klasyczny proces adsorpcji wody na centrach aktywnych o zróżnicowanym potencjale energetycznym wynikającym ze zróżnicowanego składu chemicznego dodatków [16]. W środowisku o wyższej aktywności wody zachodziły procesy wynikające nie tylko z procesu adsorpcji pary wodnej na poziomie monowarstwy, ale również procesy pęcznienia i rozpuszczania wynikające ze wzmożonego ruchu cząsteczek wody [13]. Ponadto przy wyższym poziomie aktywności wody, czas odgrywał bardzo istotną rolę.

### 3. Izoterm adsorpcji wody

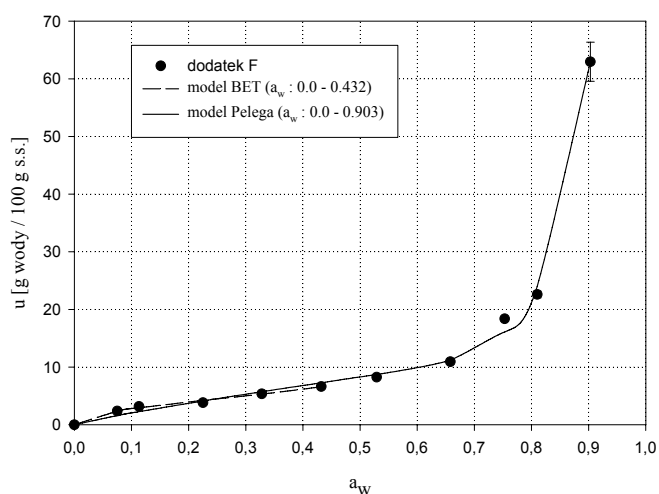
Na rysunkach 7-10 przedstawiono przykładowe izoterm dla czterech dodatków przyprawowych. Kształt izoterm adsorpcji wody badanych dodatków odpowiadał II i III typowi izoterm w klasyfikacji Brunauera i wsp. [2].



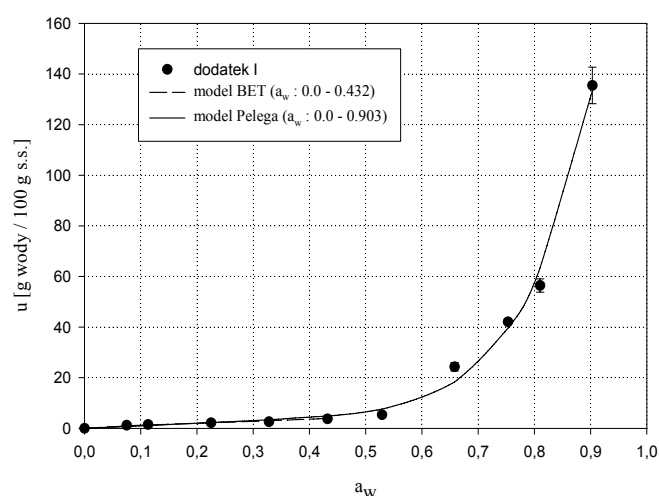
Rys. 7. Przebieg izoterm adsorpcji dla dodatku B.



Rys. 8. Przebieg izoterm adsorpcji dla dodatku C.



Rys. 9. Przebieg izoterm adsorpcji dla dodatku F.



Rys. 10. Przebieg izoterm adsorpcji dla dodatku I.

Większość izoterm posiadała płaski kształt przy niskich wartościach aktywności wody. Największe różnice między równowagowymi zawartościami wody zostały zaobserwowane przy wyższych aktywnościach wody środowiska, co mogło być spowodowane głównie procesem rozpuszczania substancji krystalicznych zawartych w analizowanych dodatkach [4].

W przedziale aktywności wody 0,075–0,529 różnice między średnimi równowagowymi zawartościami wody były nieznaczne, natomiast wzrost aktywności wody środowiska powyżej wartości 0,529 spowodował znaczny wzrost średniej równowagowej zawartości wody praktycznie dla wszystkich badanych dodatków przyprawowych.

W przypadku danych eksperymentalnych w zakresie aktywności wody 0,075–0,529 najwyższą równowagową zawartość wody stwierdzono dla dodatku B, zawierającego w swoim składzie 98,0% karagenu, hydrokolidu silnie wiążącego wodę [25]. Najniższą stwierdzono dla dodatku A zawierającego 49,0% chlorku sodu, substancji krystalicznej adsorbującej bardzo małe ilości wody przy niskiej aktywności wody środowiska.

Przy aktywności wody mieszczącej się w zakresie 0,529–0,753 występowało charakterystyczne przegięcie widoczne na izotermach. Wraz ze wzrostem aktywności wody znacznie wzrastała równowagowa zawartość wody w dodatkach przyprawowych (rys. 7-10).

Różnice w kształcie izoterm badanych dodatków przyprawowych spowodowane były zróżnicowaniem ich składu chemicznego. Dodatek A zawierał duże ilości chlorku sodu (49,0%) oraz przypraw naturalnych (41,0%), natomiast najwyższą położoną izotermą dotyczyła dodatku H, zawierającego w swoim składzie znaczne ilości tripolifosforanu (45,0%), mono- i diglicerydów kwasów tłuszczowych (30,0%) oraz glukozy (13,0%).

W miarę wzrastania zawartości wody w próbkach, w badanych dodatkach zaobserwowano przemiany fizyczne tj. proces rozpuszczania substancji krystalicznych, pęcznienie oraz skutki reakcji nieenzymatycznego brązowienia.

Adsorpcja wody powoduje zerwanie części wiązań wodorowych i zwiększenia ruchliwości substancji krystalicznych [13]. Skutkiem sorpcji wilgoci przez substancje krystaliczne, przebiegającej w zakresie aktywności wody powyżej 0,7 jest rozpuszczanie tych substancji [18].

Aktywność wody, przy której cząsteczki wody zaczynają wykazywać ruchliwość, daje początek reakcji nieenzymatycznego brunatnienia. Intensywność reakcji Maillarda wzrastała wraz ze wzrostem aktywności wody środowiska [18]. Proces rozpuszczania oraz skutki reakcji nieenzymatycznego brązowienia zaobserwowano dla większości dodatków: A, C, D, E, G, H, I i J. Proces pęcznienia wystąpił w przypadku dodatku B zawierającego 98,0% karagenu oraz dodatku F, który zawierał 63,0% koncentratu białka sojowego, 11,0% mono- i diglicerydów kwasów tłuszczowych. Najbardziej zmieniony obraz próbek zaobserwowano przy najwyższych aktywnościach wody środowiska (0,753 i 0,903).

Do opisu izoterm adsorpcji wody badanych dodatków wykorzystano siedem modeli: cztery modele dwuparametrowe (BET, Halseya, Oswina i Freundlicha), dwa modele trójparametrowe (GAB oraz Lewickiego) oraz model czteroparametrowy (Pelega).

Model dobrze opisuje izotermę, kiedy wartości średniego błędu kwadratowego są mniejsze niż 5%, a dostatecznie przy RMS mniejszym od 10%. Jeżeli średni błąd kwadratowy jest większy od 10% dany model należałoby odrzucić. Zastosowane modele GAB, Lewickiego, Pelega, Oswina, Halseya oraz Freundlicha posiadały wysokie wartości średniego błędu kwadratowego (tab. 3), co świadczy o braku możliwości ich wykorzystania do opisu danych sorpcji badanych dodatków przyprawowych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że jedynie model BET w zakresie aktywności wody 0,0–0,432 dobrze opisywał większość izoterm adsorpcji wody przez dodatki przyprawowe do żywności pochodzenia zwierzęcego (tab.3).

Najniższą wartość RMS 4,21% uzyskał dodatek B w zakresie aktywności wody 0,0–0,432 dla modelu BET. Najwyższym średnim błędem kwadratowym (15,60%) charakteryzował się dodatek J.

Graficzne dopasowanie danych uzyskanych z modeli BET i Pelega do izoterm adsorpcji wody badanych dodatków przedstawiono na rysunkach od 7 do 10.

Największą pojemnością monowarstwy wyznaczoną z modelu BET charakteryzowały się dodatki B i D, przyjmując odpowiednio wartości 6,119 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. i 5,185 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s., natomiast dodatek A wykazał najniższą wartość pojemności monowarstwy wynoszącą 1,405 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.

**Tabela 3.** Obliczone parametry modeli izoterm adsorpcji wody przez dodatki przyprawowe do żywności pochodzenia zwierzęcego (zakres  $a_w$ : 0,075-0,903)

Model (parametry)	Rodzaj dodatku do żywności									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BET										
$u_m$	1,405	6,119	4,308	5,185	2,101	4,066	3,229	4,155	2,251	2,467
C	4,756	12,359	14,088	1,000	8,183	14,711	13,425	10,739	10,744	6,307
$r^2$	0,9219	0,9973	0,9940	0,8562	0,9726	0,9905	0,9922	0,9921	0,9868	0,9875
RMS[%]	13,07	4,21	4,30	> 20	11,45	5,60	7,54	7,60	5,03	15,60
Zakres $a_w$	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432	0,0-0,432
GAB										
$u_m$	8,390	10,002	19,999	19,999	19,999	5,583	19,942	13,756	19,999	19,999
C	1,000	1,483	0,999	0,409	0,656	3,548	0,413	6,004	0,980	0,973
k	0,883	0,999	0,654	0,903	0,973	0,999	0,922	0,999	0,389	0,522
$r^2$	0,9195	0,9909	0,9879	0,9519	0,9255	0,9683	0,9885	0,7357	0,9922	0,9915
RMS[%]	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20
Freundlich										
a	44,615	179,387	327,754	107,811	226,615	123,332	123,278	108,918	260,283	22,802
b	3,099	5,942	6,047	4,373	5,082	6,904	4,534	14,666	6,587	5,461
$r^2$	0,9626	0,9658	0,9919	0,9724	0,9676	0,9353	0,9844	0,9881	0,9885	0,9931
RMS [%]	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20
Lewicki										
F	80,344	6,711	14,477	17,942	18,118	6,018	6,845	6,769	8,104	12,646
G	0,0	1,175	1,103	0,644	0,899	0,999	0,999	1,505	1,224	1,029
H	4,095	0,106	5,721	5,533	5,416	0,549	0,049	0,997	5,198	4,770
$r^2$	0,9736	0,9956	0,9878	0,9416	0,9205	0,9757	0,9257	0,9459	0,9926	0,9889
RMS [%]	> 20	11,51	> 20	> 20	> 20	19,09	> 20	> 20	> 20	> 20
Peleg										
A	22,306	199,320	336,165	108,027	223,674	192,449	121,753	938,551	265,967	225,221
B	3,098	8,596	6,626	4,448	4,553	13,399	5,047	14,075	7,457	6,103
D	22,306	15,573	7,149	0,479	8,478	15,066	5,901	14,009	10,018	8,493
E	3,101	0,608	0,374	0,029	0,999	0,870	0,430	0,817	0,999	0,999
$r^2$	0,9626	0,9969	0,9950	0,9726	0,9686	0,9952	0,9895	0,9904	0,9923	0,9948
RMS [%]	> 20	5,33	10,37	> 20	> 20	14,68	18,44	18,24	> 20	> 20
Oswin										
h	7,134	10,661	16,397	10,295	16,1258	5,590	11,064	2,375	10,568	13,562
z	0,698	1,003	1,078	0,867	0,961	1,076	0,894	2,023	1,146	1,021
$r^2$	0,8787	0,9927	0,9876	0,9288	0,9139	0,9822	0,9820	0,9947	0,9931	0,9877
RMS [%]	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20
Halsey										
n	1,216	0,886	0,822	0,999	0,912	0,835	0,973	0,447	0,775	0,859
g	7,463	6,051	7,362	7,281	9,111	3,205	7,426	1,185	4,627	6,846
$r^2$	0,8505	0,9955	0,9828	0,9130	0,8999	0,9901	0,9745	0,9957	0,9895	0,9804
RMS [%]	> 20	15,56	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20

Wyznaczone z modelu BET wartości pojemności monowarstwy (tab.3) były nieznacznie niższe od zawartości wody w badanych dodatkach przyprawowych, oznaczonej tuż po otwarciu opakowania (tab.2). Fakt ten świadczy o tym, że zawartość wody w dodatkach przyprawowych dotyczyła początkowego obszaru adsorpcji wielowarstwowej (nieznacznie powyżej monowarstwy), który to zakres, zdaniem wielu bada-

czy, stanowi optymalny poziom zawartości wody w materiale suchym. Zmierzona średnia aktywność wody odpowiadająca tym zawartościom wody stanowiła optymalne warunki przechowywania (poziom wilgotności względnej środowiska otaczającego przechowywany materiał w temperaturze 25°C).



## WNIOSKI

1. Badane dodatki przyprawowe do żywności pochodzenia zwierzęcego charakteryzowały się zróżnicowanymi właściwościami higroskopijnymi, co wynikało z ich zróżnicowanego składu chemicznego. Wykazywały one dużą wrażliwość na wilgoć oraz dużą zdolność chłonięcia przez nie wody.

2. Izoterm adsorpcji wody badanych dodatków przyprawowych odpowiadały II i III typowi izoterm według klasyfikacji Brunauera i innych [1]. Większość izoterm posiadała płaski kształt przy niskich wartościach aktywności wody. Przy aktywności wody mieszczącej się w zakresie 0,529-0,753 występowało charakterystyczne przegięcie widoczne na izotermach i wraz ze wzrostem aktywności wody znacznie wzrastała równowagowa zawartość wody w dodatkach przyprawowych.

3. Rodzaj dodatku miał wpływ na przebieg izoterm adsorpcji wody. Największe różnice pomiędzy równowagowymi zawartościami wody badanych materiałów zaobserwowano przy wyższych aktywnościach wody. Najwyżej przebiegały izoterm adsorpcji wody dla dodatku H zawierającego m.in. 45% tripolifosforanu, a najniżej dla dodatku A zawierającego 49% chlorku sodu.

4. Model BET najlepiej opisywał izoterm adsorpcji wody dodatków w zakresie aktywności wody 0,0-0,432. Zastosowane modele GAB, Lewickiego, Pelega, Oswina, Halseya oraz Freundlicha posiadały wysokie wartości średniego błędu kwadratowego (>10%), co świadczy o braku możliwości wykorzystania tych modeli do opisu danych sorpcji badanych dodatków przyprawowych.

5. Największą pojemnością monowarstwy wyznaczoną z modelu BET charakteryzowały się dodatki B (98% karagenu) oraz D (m.in. 27% cytrynianu trisodowego, 21% laktanu kwasu glukonowego i 20% mleczanu wapnia), natomiast dodatek A wykazał wartość najniższą ze względu na dużą zawartość chlorku sodu.

6. Wyznaczone z modelu BET wartości pojemności monowarstwy były nieznacznie niższe od zawartości wody w badanych dodatkach przyprawowych, oznaczonej tuż po otwarciu opakowania. Zawartość wody w badanych dodatkach dotyczyła początkowego obszaru adsorpcji wielowarstwowej. Zmierzona średnia aktywność wody odpowiadająca tym zawartościom wody pozwala określić optymalne warunki przechowywania dodatków.

## LITERATURA

- [1] Brunauer S., Emmett P.H., Teller E.: Adsorption of gases in multilayers, *Journal of the American Chemical Society*, 1938, 60, 309-319.
- [2] Brunauer S., Deming L.S., Deming W.E., Teller E.: On a theory of van der Waals adsorption of gases, *Journal of the American Chemical Society*, 1940, 62, 1723-1732.
- [3] Caurie M.: A practical approach to water sorption isotherms and the basis for the determination of optimum moisture levels of dehydrated foods, *Journal of Food Technology*, 1971, 6/1, 85-89.
- [4] Comaposada J., Gou P., Arnau J.: The effect of sodium chloride content and temperature on pork meat isotherms, *Meat Science*, 2000, 55, 291-295.
- [5] Czapski J., Wieland A.: Dodatki do żywności przyjaciel czy wróg? Poznań, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1992.
- [6] Druri M.: Aromaty na progu XXI wieku, *Przemysł Spożywczy*, 1994, 48, 66.
- [7] Duda Z.: Dodatki do żywności pochodzenia zwierzęcego, *Przemysł Spożywczy*, 1993, 47, 135.
- [8] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: Żywnienie człowieka tom 1, *Podstawy nauki o żywieniu*, Warszawa, PWN, 2004.
- [9] Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska K.: Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu, Warszawa, PWN, 2004, 156-164.
- [10] Halsey G.: Physical adsorption on non-uniform surfaces, *The Journal of Chemical Physics*, 1948, 16/10, 931-937.
- [11] Janicki A.: Funkcje żywnościowe substancji dodatkowych kształtujących cechy sensoryczne żywności, *Przemysł Spożywczy*, 1999a, 3, 10-13.
- [12] Janicki A.: Funkcje żywieniowe dodatków do żywności. (red. Czapski J., Grajek W., Pospiech E.) Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności, Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, 1999b, 267-279.
- [13] Karel M.: Teorie procesów suszenia, Nowe metody zagęszczania i suszenia żywności (red. A. Spicer), Warszawa, WNT, 1980.
- [14] Lewicki P.P.: A three parameter equation for food moisture sorption isotherms, *Journal of Food Process Engineering*, 1998, 21, 127-144.
- [15] Oswin C.R.: The kinetics of package life, III, The isotherm, *Journal of Chemical Industry*, (London), 1946, 65, 419-423.
- [16] Ościk J.: Adsorpcja, Warszawa, PWN, 1983.
- [17] Pałacha Z.: Badanie stanu wody w matrycy modelowej i uzyskanej z jabłek z wykorzystaniem metody opartej na izotermach sorpcji oraz kalorymetrycznej, Warszawa, SGGW, 2007, 1-84.
- [18] Pałacha Z.: Aktywność wody ważny parametr trwałości żywności, *Przemysł Spożywczy*, 2008, 4, 22-25.
- [19] Peleg M.: An empirical model for the description of moisture sorption curves, *Journal of Food Science*, 1988, 53 (4), 1216-1219.
- [20] Peleg M.: Assessment of a semi-empirical four parameter general model for sigmoid moisture sorption isotherms, *Journal of Food Process Engineering*, 1993, 16, 21-37.
- [21] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: Ogólna technologia żywności, Warszawa, WNT, 2006.
- [22] Praca zbiorowa: Woda jako składnik żywności, *Chemia żywności*. (red. Z. Sikorski) Warszawa, WNT, 2002, 57-87.
- [23] Pyrcz J., Kowalski R.: Rola substancji dodatkowych w przemyśle mięsnym cz. I, *Gospodarka Mięsna*, 2005a, 11, 16-20.
- [24] Pyrcz J., Kowalski R.: Rola substancji dodatkowych w przemyśle mięsnym cz. II, *Gospodarka Mięsna*, 2005b, 12, 26-34.

- [25] Rutkowski A.: Funkcje technologiczne i żywieniowe dodatków do żywności, (red. Czapski J., Grajek W., Pospiech E.) Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności, Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, 1999, 9-22.
- [26] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Dodatki funkcjonalne do żywności, Katowice, Agro & Food Technology, 1999.
- [27] Salwin N.: Defining minimum moisture contents for dehydrated foods, Food Technology, 1959, 13, 10, 594-601.
- [28] Świtka J., Krasowski Z.: Zastosowanie izoterm sorpcji wody w technologii żywności, Przemysł Spożywczy, 1990, 44 (4-5), 105-107.
- [29] Van den Berg C., Bruin S.: Water activity and its estimation in food systems: theoretical aspects, In Water Activity: Influences on Food Quality (eds.) L.B. Rockland, G.E. Steward, Academic Press, New York, 1981, 1-62.
- [30] Wolf W.R., Spiess W.E.L., Jung G.: Standardization of isotherm measurements, In: Properties of water in foods in relation to quality and stability (eds. D. Sinatos, J.L. Multon). Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1985, 661-679.
- [31] Zawirska-Wojtasiak R.: Aromaty, barwniki, konserwanty perspektywy stosowania, Przemysł Spożywczy, 2005, 4, 2-10.
- [32] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

## SORPTION PROPERTIES OF SOME SEASONING FOOD ADDITIVES TO ANIMAL PRODUCTS

### SUMMARY

*In the paper measurement of sorption properties of some seasoning food additives to animal products were investigated. Analysed seasoning food additives were characterized with diversified ability of adsorption of water vapour. In the range of water activity 0,075 ÷ 0,903 noticeable differences in course of isotherms and curves of kinetics of water adsorption ability. Isotherms of water vapour adsorption for seasoning food additives to animal products had a compatible course with course of II and III type isotherms according to BET classification. The results of measurements were described as well as illustrated with proper graphs and opportunely sorptions models.*

Mgr inż. Olga SZULECKA  
Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa  
Morski Instytut Rybacki w Gdyni

# WDROŻENIE INFORMATYCZNEGO SYSTEMU IDENTYFIKOWALNOŚCI WEWNĘTRZNEJ W PRZETWÓRNI RYBNEJ

## Część I

### ETAPY IMPLEMENTACJI®

*Obecne prawo żywnościowe wymaga od operatorów rynku żywnościowego wdrożenia systemów identyfikowalności, zapewniających właściwą identyfikację dostawców i odbiorców. Przy dużej ilości systematycznie gromadzonych danych dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie informatycznego systemu, który zapewni szybki dostęp do archiwizowanych danych. W artykule przedstawiono etapy wdrażania informatycznego systemu identyfikowalności opartego na międzynarodowym standardzie wymiany danych GS1 w przetwórni rybnej.*

#### WPROWADZENIE

Ostatnie dwadzieścia lat produkcji żywności było okresem globalizacji światowych rynków produktów spożywczych, a co za tym idzie, także rozwoju transportu, spedycji i logistyki. Niestety był to też czas wielu kryzysów żywnościowych (np. BSE, ptasia grypa, dioksyny), które unaocznily wady ówczesnych systemów nadzoru nad bezpieczeństwem żywności między innymi w krajach europejskich.

Stąd też od 1 stycznia 2005 roku ważnym wymaganiam dla wszystkich unijnych producentów żywności i pasz stała się identyfikowalność, czyli możliwość śledzenia pochodzenia i lokalizacji żywności oraz pasz, a także ich składników. Wymaganie to zostało zawarte w Rozporządzeniu nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiającym ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołującym Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiającym procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności [2].

Powyższe rozporządzenie w art.18. wymaga od operatorów rynku żywnościowego i paszowego zapewnienia możliwości śledzenia żywności, pasz, zwierząt hodowlanych oraz wszelkich substancji dodatkowych do żywności lub pasz na wszystkich etapach produkcji, przetwarzania i dystrybucji, a także gromadzenia informacji o dostawcach surowców i odbiorcach produktów w celu identyfikacji tych podmiotów. Choć powyższe zapisy dotyczą zagadnień identyfikowalności zewnętrznej i nie wymagają wprost wdrożenia systemów identyfikowalności wewnętrznej, to bez takiego systemu bardzo utrudnione jest spełnienie wymagań artykułu 19. wspomnianego rozporządzenia, czyli wycofania z rynku partii produktów stwarzających zagrożenie dla konsumenta. Szczególnie przetwórcy żywności powinni wdrożyć systemy identyfikowalności wewnętrznej, które pozwolą im na szybkie pozyskanie niezbędnych danych o wytworzonych przez nich produktach i w razie potrzeby na selektywne wycofanie wadliwych partii produktów z rynku [1].

Wspomniane rozporządzenie nie określa, jaki rodzaj systemu winien być wdrożony przez podmioty rynku żywności i pasz. Jednak szczególnie w zakładach prowadzących wieloasortymentową produkcję, gdzie gromadzone są duże ilości danych, wdrożenie informatycznego systemu identyfikowalności może znacznie przyspieszyć rejestrację, a następnie pozyskiwanie informacji o wytwarzanych produktach.

**Celem artykułu jest przybliżenie informacji dotyczących sprawdzenia możliwości zastosowania komputerowego systemu identyfikowalności w warunkach produkcyjnych przetwórni rybnej.** Wdrożenie systemu przeprowadzili pracownicy Zakładu Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni w ramach projektu innowacyjnego z funduszy Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006”.

#### ETAPY WDRAŻANIA SYSTEMU IDENTYFIKOWALNOŚCI

Wdrażanie informatycznego systemu identyfikowalności było procesem wieloetapowym, składającym się z:

- analizy prowadzonych procesów produkcyjnych w przetwórniami, ze szczególnym uwzględnieniem operacji, które mają znaczenie dla systemu identyfikowalności, np. tworzenie nowych jednostek produktu, operacje przetwórcze, magazynowanie, kompletacja opakowań,
- przygotowania założeń funkcjonalnych dla aplikacji informatycznej oraz opracowania dotyczącego wykorzystania w systemie identyfikowalności międzynarodowego standardu GS1,
- określenia wymagań sprzętowych dla systemu identyfikowalności,
- przygotowania i określenia specyfikacji aplikacji systemowej,
- przygotowania infrastruktury sieciowej dla urządzeń działających przewodowo i bezprzewodowo,

- instalacji aplikacji systemowej i sprawdzenia działania systemu,
- szkolenia pracowników szczebla kierowniczego i produkcyjnego,
- testowania systemu pod względem śledzenia partii surowców i produktów w łańcuchu produkcyjno-dystrybucyjnym.

Głównym celem projektu było wdrożenie informatycznego systemu identyfikowalności w warunkach stricte przemysłowych tak, aby sprawdzić funkcjonowanie systemu zarówno w zakresie gromadzenia danych typowych dla sektora rybnego, jak i efektywności pracy w trudnym środowisku produkcyjnym, np. w warunkach dużej wilgotności i niskich temperatur.

Bardzo istotnym etapem wdrażania systemu było poznanie procesów, prowadzonych w zakładzie przetwórczym. Wpłynęło to zarówno na zakres przygotowywanej aplikacji systemowej, jak i ilość oraz rozmieszczenie urządzeń wykorzystanych do zapisu i gromadzenia danych. Rozmowy z pracownikami przetwórczymi oraz analiza prowadzonych operacji przetwórczych i magazynowych pozwoliły na określenie lokalizacji – etapów procesu, w których rejestrowane powinny być dane istotne dla systemu identyfikowalności. Zdefiniowano między innymi sposób zapisu informacji w bazie danych po raz pierwszy, czyli przy przyjęciu surowców do zakładu oraz gromadzenia informacji o poszczególnych etapach procesu przetwórczego, a także rejestracji dystrybucji produktów gotowych. Stała współpraca z przedstawicielami zakładu zarówno podczas wdrażania, jak i testowania systemu pozwoliła na wprowadzanie bieżących modyfikacji oraz umożliwiła lepsze dopasowanie systemu do potrzeb zarządzania procesami produkcyjnymi.

Należy podkreślić, iż celem wdrażanego systemu identyfikowalności jest możliwość rejestracji niezbędnych informacji o partiach surowców, półproduktów i produktów w całym procesie produkcyjnym. Na wszystkich etapach procesu produkcyjnego od rejestracji surowca, poprzez procesy obróbki (min. patroszenie, filetowanie, mrożenie), po dystrybucję produktu gotowego informacje dotyczące poszczególnych partii są gromadzone i archiwizowane w bazie danych systemu identyfikowalności. Pozwala to na śledzenie partii w łańcuchu produkcyjnym oraz w razie zaistniałej konieczności umożliwia szybkie pozyskanie i przetworzenie danych o produkcji i jego pochodzeniu oraz wycofanie z rynku tylko partii stwarzających niebezpieczeństwo dla konsumenta.

## ZASTOSOWANE URZĄDZENIA

We wdrażanym systemie identyfikowalności wykorzystano następujące urządzenia:

- komputery panelowe,
- komputer stacjonarny pełniący rolę serwera danych,
- drukarki termotransferowe do wydruku etykiet logistycznych z kodem kreskowym GS1-128,
- access pointy (punkty dostępowe) z antenami,
- terminale bezprzewodowe, połączone z serwerem danych drogą radiową.

Wybrane do projektu modele powyższych urządzeń mają charakter przemysłowy. Ponadto access pointy, komputery

panelowe oraz drukarki zostały umieszczone w skrzynkach ochronnych o współczynniku ochrony IP 65. W przetwórstwie rybnym szczególnie istotna jest ochrona przed strumieniami wody podczas mycia hal przetwórczych oraz przed wilgocią panującą w halach produkcyjnych.

Ilość wykorzystanych w systemie urządzeń zależy od wielkości zakładu i ilości produkowanych asortymentów. Dla określenia liczby koniecznych do zastosowania access pointów najistotniejszym parametrem jest przestrzeń, która musi być objęta zasięgiem sieci radiowej. Zwykle zastosowanie jednego access pointa wystarcza na uzyskanie zasięgu sieci w jednym pomieszczeniu produkcyjnym lub magazynowym. Ilość terminali bezprzewodowych oraz komputerów panelowych jest determinowana ilością wprowadzanych danych. W przypadku gdy produkcja jest wieloasortymentowa i wytwarzanych jest wiele palet, skrzynek czy opakowań z produktem rybnym na jednej zmianie, wówczas każdy z magazynierów powinien mieć swój terminal, a na każdym etapie obróbki powinien znajdować się komputer panelowy. Niezbędne jest, aby każdemu z paneli towarzyszyła drukarka i co najmniej jedna drukarka była przeznaczona do wydruku zbiorczych etykiet logistycznych na palety. Przy takim rozplanowaniu urządzeń dane z każdej operacji produkcyjnej są rejestrowane na komputerze panelowym, a następnie generowane w postaci etykiety logistycznej z kodem kreskowym GS1-128. Etykieta jest drukowana na drukarce termotransferowej metodą druku z użyciem tuszu z taśmy termicznej. Terminale bezprzewodowe ze skanerami kodów kreskowych są wykorzystywane do rejestracji transferów palet pomiędzy strefą produkcyjną a magazynową. Zastosowane terminale są urządzeniami bardzo odpornymi na uderzenia. Są one zabezpieczone między innymi przed uszkodzeniami spowodowanymi upadkiem z 1,8 m, co stanowi o ich dużej niezawodności.

Opisywane urządzenia połączone są w sieć systemu identyfikowalności, w której transmisja danych odbywa się przewodowo lub bezprzewodowo (za pomocą access pointów). Łączność bezprzewodowa pozwala na uzyskanie znacznie większej mobilności w rejestrowaniu danych, między innymi poprzez skanowanie kodów GS1-128 z etykiet logistycznych we wszystkich miejscach, gdzie jest zasięg sieci radiowej.

Bieżące dane produkcyjne uzupełniane są przez pracowników na komputerach panelowych. Do wpisania informacji, których nie wybiera się z rozwijanych list, widocznych na ekranie komputera panelowego, wykorzystywana jest klawiatura, pojawiająca się u dołu ekranu. Komputer panelowy zawieszony jest na ścianie i nie jest zaopatrzony w osobną klawiaturę ani mysz. Funkcję myszy pełni kursor przesuwany po ekranie przy pomocy palca. Rozwiązanie takie ułatwia pracę z programem, ale przede wszystkim pozwala na bardziej niezawodne działanie programu w warunkach dużej wilgotności powietrza oraz dotyknięcia ekranu panelowego w rękawicach czy mokrymi palcami. Pełniący rolę serwera komputer znajduje się w pomieszczeniu biurowym. Umieszczoną w nim bazą danych zarządza przeszkolony pracownik szczebla kierowniczego. Jego zadaniem jest dopisywanie nowych rekordów do list: surowców, produktów, opakowań, pracowników, dostawców i odbiorców oraz tworzenie dokumentów wysyłki. Wszelkie pozostałe operacje są wykonywane przez pracowników szczebla produkcyjnego.

Poprzez aplikację systemu identyfikowalności zainstalowaną na komputerze stacjonarnym gromadzone są informacje

w bazie danych. Aplikacja ta umożliwia także dostęp on-line do rejestrowanych oraz archiwizowanych danych.

Opisywane powyżej i wdrożone w projekcie urządzenia spełniają wymogi pracy w warunkach przemysłu spożywczego, w tym rybnego, pod względem wytrzymałości oraz temperatur użytkowania.

## SZKOLENIE PRACOWNIKÓW

Po zamontowaniu urządzeń i oprogramowania oraz sprawdzeniu poprawności funkcjonowania systemu identyfikowalności nastąpił kolejny istotny etap projektu, czyli szkolenie pracowników. Szczególnie ważne było przeszkolenie pracowników szczebla produkcyjnego, zajmujących się wprowadzaniem i rejestrowaniem informacji w systemie identyfikowalności, ze wszystkich zmian produkcyjnych. To oni odpowiadają za prawidłowe i systematyczne wprowadzanie danych dotyczących poszczególnych partii surowców, półproduktów i produktów. Istotne było również, aby po krótkim okresie funkcjonowania systemu sprawdzić, czy nie ma luk lub też przerwanych ciągów informacji tak, aby skorygować błędne dane i zapobiec takim zdarzeniom w przyszłości.

Opisywany system identyfikowalności umożliwia przypisanie danemu pracownikowi prowadzonej przez niego operacji, co pozwala na zidentyfikowanie wykonawcy tej operacji. W przypadku błędu w systemie można stwierdzić czy błąd był wykonany przez zapomnienie, czy też z niedostatecznej umiejętności posługiwania się aplikacją systemową, a następnie określić czy konieczne jest doszkolenie pracownika. Należy podkreślić, iż dla niektórych pracowników szczebla produkcyjnego był to pierwszy kontakt z urządzeniami takimi, jak komputery panelowe czy też terminale bezprzewodowe, stąd też konieczne było wielokrotne pokazywanie i przećwiczenie każdej operacji. Można było zauważyć, że po krótkim okresie funkcjonowania systemu pracownicy przyzwyczaili się do realizacji zadań systemowych, co doprowadziło do znacznego przyspieszenia wykonywanych przez nich czynności.

Równie istotne było przeszkolenie pracowników szczebla kierowniczego, którzy zajmują się administrowaniem systemem, głównie dopisywaniem nowych rekordów do list, surowców, produktów, dostawców i odbiorców, tworzeniem raportów i przygotowywaniem dokumentów wysyłki towaru. Od ich wiedzy i umiejętności obsługi aplikacji systemowej zależała bowiem płynność pracy, szczególnie w przypadku zaistniałych zmian.

## TESTOWANIE SYSTEMU IDENTYFIKOWALNOŚCI

Po wdrożeniu systemu konieczne było jego przetestowanie pod względem efektywności śledzenia partii surowców i produktów, co stanowiło główny cel wdrożenia systemu.

Do testowania wybrano losowo 40 partii surowca i 50 partii produktów. Wybrane partie produktu śledzono w bazie danych systemu, poprzez poszczególne etapy obróbki, do partii surowców, a partie surowca do partii produktów finalnych. Podczas testowania sprawdzano czy łańcuch informacji nie jest przerwany i czy wszystkie dane zostały zapisane.

W przypadku surowca błędy w prezentowanych informacjach posiadało 5 partii surowca, co stanowiło 12,5% bada-

nych partii. W przypadku produktu błędne dane posiadały 4 partie produktu, co stanowiło 8% badanych partii. Zatem 87, 5% partii surowców oraz 92% partii produktów było poprawnie zapisanych w bazie danych.

Istotny jest fakt, iż w każdym przypadku błędy były jednostkowe, a ich przyczyną była pomyłka pracownika, czyli niewłaściwe wprowadzenie danych lub pominięcie ich wprowadzenia, a nie niewłaściwa praca systemu informatycznego. Należy także podkreślić, iż omawiane wyżej testowanie przeprowadzono we wczesnym okresie funkcjonowania systemu, kiedy to pracownicy zakładu byli jeszcze w trakcie nauki obsługi systemu.

Testowanie każdej z partii nie trwało więcej niż 3 min, co w przypadku konieczności odnalezienia przyczyn powstałego zagrożenia znacznie zwiększa szybkość reakcji za zaistniałą sytuację i ułatwia podjęcie właściwych decyzji odnośnie wycofania partii produktu z rynku.

## WNIOSKI

Wdrażanie, testowanie systemu i szkolenie pracowników w przetwórni trwało około trzy miesiące. Wcześniej prowadzone były kilkumiesięczne prace przygotowawcze.

Warto podkreślić, iż wdrożony system identyfikowalności umożliwia:

- identyfikację i śledzenie partii produkcyjnych od surowca do produktu i od produktu do surowca;
- archiwizowanie i szybkie pozyskanie danych produkcyjno-dystrybucyjnych;
- generowanie różnego rodzaju raportów – co pozwala na zaprzestanie korzystania z większości stosowanych wcześniej dokumentów papierowych.

Opisywany system identyfikowalności pozwala na szybkie, krótsze niż trzyminutowe, pozyskanie informacji o partiach surowca i produktu biorących udział w systemie. Umożliwia to znaczne zwiększenie szybkości pozyskania informacji o historii przetwarzania partii produktów, co prowadzi do poprawy bezpieczeństwa żywności oferowanej konsumentom.

Opisywany system identyfikowalności, z uwagi na jego stosunkowo dużą elastyczność, może być po koniecznych modyfikacjach związanych ze specyfiką produkcji, z powodzeniem stosowany w innych przetwórnictwach rybnych lub w zakładach produkcyjnych, w innych branżach przemysłu spożywczego oraz w hurtowniach i magazynach.

## PODSUMOWANIE

W obecnych czasach globalizacji niezwykle ważne jest szybkie otrzymywanie rzetelnych i pełnych informacji o produkowanych oraz przesyłanych towarach. Jest to szczególnie istotne w przypadku transakcji handlowych produktami rybnymi, gdzie łańcuchy dostaw znacznie się wydłużają, gdyż produkty te często znajdują odbiorców na innym kontynencie niż zostały złowione, wyhodowane lub przetworzone. Działania takie niosą za sobą nie tylko możliwość pogorszenia jakości produktów rybnych, ale także zwiększają ryzyko jakie może wystąpić w związku ze spożyciem takich ryb [3].

Należy podkreślić, iż identyfikowalność nie jest systemem gwarantującym bezpieczną żywność na stołach konsumentów. Jest jednak narzędziem, które zwiększa bezpieczeństwo

produktów żywnościowych poprzez sprawne dostarczenie rzetelnych danych o ich pochodzeniu i lokalizacji, a co za tym idzie pozwala na znacznie szybszą reakcję na powstające zagrożenia.

Obowiązująca obecnie krajowa Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia w art.100 ust.1 pkt.7 wskazuje, iż kto nie wykonuje czynności w zakresie identyfikacji dostawców lub odbiorców żywności wbrew obowiązkowi określonymu w art.18. rozporządzenia nr 178/2002 podlega karze grzywny [4].

Z jednej zatem strony identyfikowalność to wymaganie prawne, a z drugiej zapewnienie większej wiedzy o produkcie, co pozwala na szybsze i precyzyjne, a przez to ekonomicznie bardziej efektywne wycofanie z rynku partii produktów stwarzających ewentualne zagrożenie.

### LITERATURA

- [1] Dupuy C., Botta-Genoulaz V., Guinet A.: Batch dispersion model to optimise traceability in food industry, *Journal of Food Engineering*, 2005, 70: 333-339.
- [2] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 178/2002 z dnia 28 stycznia 2002 roku ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd do Spraw Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (Dz.U. L 31/1 z późn. zm.).
- [3] Schröder U.: Challenges in the traceability of seafood, *J. Verbr. Lebensm.*, 2007, 3: 45-48.
- [4] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. Nr 171, poz.1225 z późn. zm.).

## IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC INTERNAL TRACEABILITY SYSTEM IN THE FISH PROCESSING PLANT

### Part 1

### STAGES OF IMPLEMENTATION

#### SUMMARY

*Food business operators are required by the obligatory food law to implement traceability system which ensure proper identification of their suppliers and purchasers. When the huge amount of data is systematically collected by the entity the advisable solution is the implementation of advanced traceability system which ensures quick access to the archived data. The paper describes the stages of electronic and based on GSI standard traceability system implementation in fish processing plant.*

Dr inż. Ewa GONDEK  
Dr inż. Ewa JAKUBCZYK  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji  
Dr inż. Grażyna CACAK-PIETRZAK  
Katedra Technologii Żywności, Zakład Technologii Zbóż  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY OZIMEJ®

Praca finansowana w ramach grantu nr N312 158 834 MNiSW w latach 2008-2010

*Celem pracy badawczej była analiza wybranych deskryptorów dźwięku emitowanego podczas jednoosiowego ściskania pojedynczych ziarniaków pszenicy odmian: Bogatka, Finezja, Mewa i Turnia. Ziarniaki odmiany Finezja ściskano z prędkościami 10, 20, 30, 40 i 50 mm/min. W przypadku pozostałych odmian ściskanie prowadzono z szybkością 20 mm/min, za pomocą maszyny wytrzymałościowej Zwick. Emisję akustyczną w zakresie częstotliwości od 0,1 do 15 kHz rejestrowano metodą kontaktową. Wyznaczono wybrane deskryptory emisji akustycznej oraz wybrane tradycyjne wskaźniki oceny jakości ziarna. Wykazano, że prędkość przesuwu głowicy maszyny wytrzymałościowej wpływa na liczbę zdarzeń EA i całkowitą energię sygnału EA.*

*Każda z badanych odmian pszenicy posiadała indywidualne widmo spektralne. W widmach tych występowały charakterystyczne pasma o zwiększonej energii sygnału EA przypadające na zakresy 1-2kHz i 11-13kHz. Najwyższe wartości współczynnika nachylenia charakterystyki widmowej, liczby zdarzeń EA oraz całkowitej energii sygnału EA uzyskano dla odmiany Bogatka.*

### WSTĘP

Duże zróżnicowanie cech jakościowych ziarna zbóż stwarza problemy przy ocenie przydatności surowca dla celów produkcyjnych. Producenci mąki, pieczywa, makaronów, kasz, płatków mają ściśle określone potrzeby i wymagania względem surowca, których spełnienie jest warunkiem koniecznym uzyskania produktu o dobrej jakości [2, 7]. Stwarza to potrzebę opracowania metod analitycznych, które w szybki, wygodny a zarazem obiektywny sposób pozwoliłyby ocenić surowiec zbożowy zastępując w części tradycyjne, czasochłonne metody oceny ziarna.

Wymienione warunki spełniają metody akustyczne, które jak dotąd nie były stosowane do oceny towaroznawczej ziarna zbóż, ale od kilku lat z powodzeniem stosowane są do analizy innych płodów rolnych [10, 11] oraz żywności przetworzonej [5, 8].

Jakość ziarna pszenicy zależy od czynników genetycznych (odmiany) oraz warunków siedliskowych (typu gleby, warunków pogodowych, zastosowanej agrotechniki). Istotny wpływ na cechy jakościowe ziarna mają również warunki zbioru, transportu i przetwarzania, których niewłaściwe przeprowadzenie może w znacznym stopniu pogorszyć jakość surowca. Ocena ziarna pszenicy standardowo przeprowadza się pod kątem właściwości przemiałowych do których należą: wilgotność, celność i wyrównanie, szklistość, gęstość w stanie usypowym, zawartość zanieczyszczeń i zawartość popiołu oraz właściwości wypiekowych: zawartość białka ogółem, ilość i jakość glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania oraz cechy reologiczne ciasta. Większość z tych wyróżników oznaczana jest za pomocą tradycyjnych, dość pracochłonnych procedur, trudnych do przeprowadzenia w warunkach skupu [2, 7].

Metody akustyczne pozwalają na rejestrację i analizę fal dźwiękowych generowanych w materiale. Emisja akustyczna (EA) jest ściśle związana z właściwościami ośrodka [5, 9]. Emisja dźwięku jest tym silniejsza im większą twardością

cechuje się badany produkt. Ziarno zbóż jest materiałem, który nadaje się do badania tą techniką, jest materiałem twardym o niskiej odkształcalności, dlatego wydaje się, że interesujące byłoby rozszerzenie stosowanych technik oceny ziarna o rejestrację i analizę emisji akustycznej.

**Celem pracy zaprezentowanej w artykule jest określenie wpływu warunków przeprowadzenia testu na przebieg charakterystyk widmowych i wartości wybranych deskryptorów EA ziarna czterech odmian pszenicy ozimej.**

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło ziarno czterech odmian pszenicy ozimej: Bogatka (grupa jakościowa B), Finezja (A), Mewa (B) i Turnia (A). Aktywność wody ziarna zmierzono w aparacie Rotronic Hygroscopt DT z dokładnością do 0,001 w temperaturze  $22 \pm 1$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ , wilgotność ziarna wyznaczono metodą suszenia w temperaturze  $130^{\circ}\text{C}$ . Oznaczono: szklistość ziarna, twardość przy użyciu przystawki do farinografu Brabendera przy szczelinie mielącej 100/5 oraz zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla (Nx5, 83) [6]. Charakterystykę cech technologicznych ziarna badanych odmian pszenicy przedstawiono w tabeli 1.

Testy jednoosiowego ściskania pojedynczych ziarniaków z szybkością przesuwu głowicy 20 mm/min, wykonano w maszynie wytrzymałościowej Zwick GmbH. Dla odmiany Finezja badania przeprowadzono przy różnych prędkościach niszczenia: 10, 20, 30, 40 i 50 mm/min. W czasie niszczenia materiału rejestrowano sygnał EA, który zawierał się w paśmie częstotliwości od 0,1 do 15 kHz.

Aparatura pomiarowa EA składała się z akcelerometru piezoelektrycznego typu 4381V firmy Bruel&Kjaer, zamontowanego nad głowicą maszyny wytrzymałościowej. Sygnał emisji akustycznej wzmacniano w liniowym wzmacniaczu niskosumowym. Emisję akustyczną podczas niszczenia ziarna

niaków rejestrowano za pomocą karty przetwarzania analogowo-cyfrowego firmy Adlink (typ 9112, częstość próbkowania 44,1 kHz).

**Tabela 1.** Cechy technologiczne ziarna badanych odmian pszenicy

Odmiana pszenicy	$a_w$	Zawartość wody (%)	Szklistość (%)	Twardość (j.B)	Zawartość białka ogółem (% s.s.)
Finezja	0,400b	13,0ab	65c	860a	12,3a
Bogatka	0,382a	12,6a	31b	920b	12,4a
Mewa	0,399b	13,9b	6a	840a	13,7b
Turnia	0,415c	13,4ab	69c	1000b	12,8a

a, b – grupy homogeniczne

Obliczenia, analizę wykresów i wyników przeprowadzono przy użyciu programów: TableCurve 2D v3, oraz programów do analizy dźwięku [8]: Widmo\_i\_wspnachyl., Calculate\_01 ms\_44, Akustogr44\_60s.

Obliczono:

$$E = \sum_{m=1}^N V(m \cdot \tau_1) \quad (1)$$

Energię sygnału akustycznego, j.u.:

gdzie:  $V(\tau)$  – przebieg czasowy sygnału,  $(m \tau_1)$  – zbiór próbek amplitud zarejestrowanych przez sensor,  $m$  – zmienna reprezentująca bieżący numer próbki,  $N$  – liczba próbek sygnału,  $\tau_1$  – odstęp czasu między pomiarami wynoszący 22  $\mu$ s.

Współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej ( $\beta$ ):

$$\beta = \frac{\sum_{n=2}^{n \rightarrow 11} c_n}{\sum_{n=13}^{n \rightarrow 1} c_n} \quad (2)$$

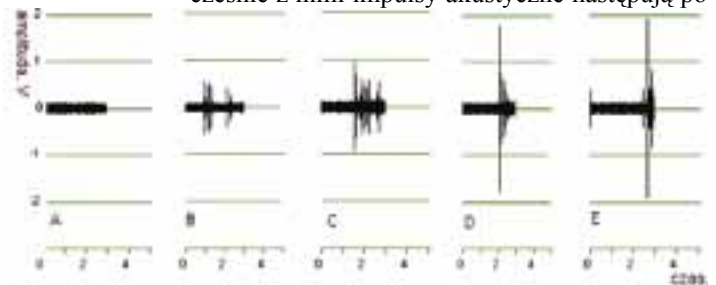
gdzie:  $c_n$  – gęstość widma obliczona na podstawie dyskretnej transformaty Fouriera.

Wnioskowanie statystyczne prowadzono przy poziomie istotności  $\alpha$  – 5%, wykorzystano program statystyczny Statgraphics Plus 4.1, do szczegółowego porównania średnich stosowano test Tukey'a.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przyłożenie zewnętrznej siły do materiału twardego o niskiej odkształcalności jakim jest ziarno powoduje powstanie efektu akustycznego. W obciążonym materiale powstaje pęknięcie, które jest źródłem fal dźwiękowych. Fale te początkowo pozostają w materiale, a następnie osiągają powierzchnię materiału, gdzie są rejestrowane za pomocą urządzenia pomiarowego [5]. Efekt dźwiękowy jaki jest rejestrowany wynika przede wszystkim z właściwości materiału, takich jak, struktura [3, 4, 8] czy skład chemiczny [1, 4], ale również z warunków przeprowadzania testu (rodzaj obciążenia, prędkość, itp.). Emisja akustyczna zarejestrowana w surowcu zbożowym ma postać sygnału dyskretnego, jest to szereg krótkich (średni czas trwania 88  $\mu$ s) impulsów o zmiennej amplitudzie. Charakterystyki

amplitudowo-czasowe dźwięków towarzyszących ścisaniu ziarniaków odmiany Finezja przy różnych prędkościach przesuwu głowicy maszyny wytrzymałościowej przedstawiono na rysunku 1. Ze wzrostem szybkości niszczenia wyraźnie wzrastała maksymalna amplituda generowanego dźwięku. Szczegółowa analiza zapisu tych dźwięków (tab. 2) pokazuje, że ze wzrostem prędkości niszczenia ziarniaka rośnie zarówno całkowita energia emisji akustycznej jak i liczba zdarzeń EA, natomiast średnia energia pojedynczego zdarzenia EA nie zmienia się istotnie statystycznie. Pojedyncze zdarzenie EA jest związane z niszczeniem elementu struktury badanego materiału, dlatego ze wzrostem szybkości ścisania, pęknięcia i występujące jednocześnie z nimi impulsy akustyczne następują po



**Rys. 1.** Charakterystyki amplitudowo-czasowe EA ziarna pszenicy odmiany Finezja przy zróżnicowanej prędkości ścisania A) 10 mm/min, B) 20mm/min, C) 30 mm/min D) 40mm/min E) 50 mm/min.

Mimo, że istotnie rośnie całkowita energia sygnału akustycznego to nachylenie charakterystyki widmowej nie zmienia się ze wzrostem prędkości niszczenia materiału (tab. 2), co oznacza, że szybkość niszczenia ziarniaka nie wpływa na częstość generowanego dźwięku EA, a co za tym idzie na przedziałową gęstość widmową uzyskanych charakterystyk.

**Tabela 2.** Wybrane deskryptory EA ziarna pszenicy odmiany Finezja przy różnych prędkościach niszczenia ziarna

Prędkość niszczenia ziarna (mm/min)	Liczba zdarzeń EA	Średnia energia zdarzenia EA	Całkowita energia EA (mV)	Współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej ( $\beta$ )
10	266,33 a	490,33 a	2195,29 a	0,12 a
20	686,88 b	480,85 a	3635,38 b	0,31 b
30	880,98 b c	479,51 a	3566,00 b	0,28 b
40	930,33 c	473,22 a	3905,50 b	0,27 b
50	1243,01 d	479,91 a	4952,67 c	0,25 b

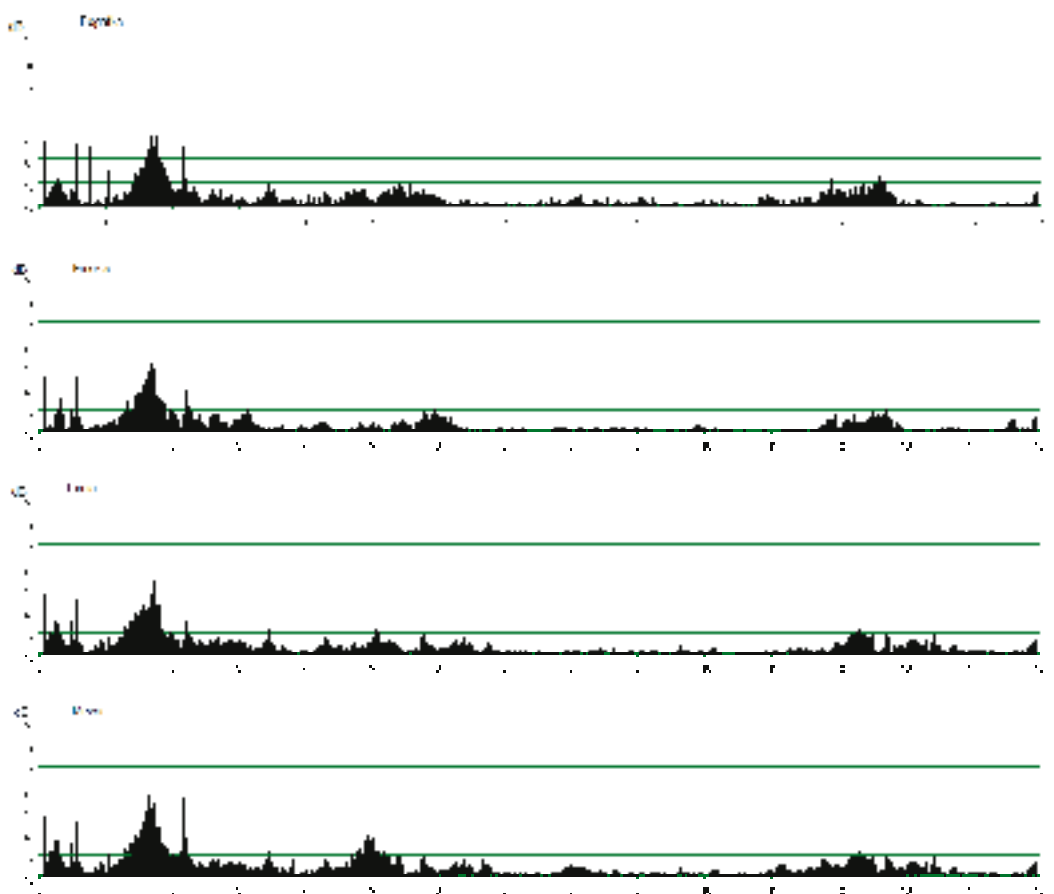
Uzyskane w pracy charakterystyki amplitudowo-czasowe były dość zróżnicowane w obrębie odmiany, jednak duże zróżnicowanie cech jakościowych indywidualnych ziarniaków jest cechą charakterystyczną surowca zbożowego. Nawet ziarno uzyskane z tego samego kłosa różni się istotnie w zależności od położenia w kłosie [2, 7].



**Tabela 3.** Deskryptory emisji akustycznej ziarna badanych odmian pszenicy przy prędkości niszczenia 20 min/min

Odmiana pszenicy	LICZBA zdarzeń EA	Średnia energia zdarzenia EA	Całkowita energia EA (mV)	Współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej ( $\beta$ )
Finezja	686,88 ab	480,85 a	3635,38 a	0,31 a
Bogatka	797,11 b	451,22 a	3806,10 b	0,50 b
Mewa	626,67 ab	463,27 a	2915,00 c	0,31 a
Turnia	596,55 a	471,11 a	3557,38 ab	0,28 a

Średnie wartości amplitudy dźwięku dla ziarna czterech badanych odmian pszenicy były zbliżone. Stwierdzono natomiast istotne statystycznie różnice w ilości zdarzeń emisji akustycznej (tab. 3) i współczynnikach nachylenia charakterystyki widmowej. Na rysunku 2 przedstawiono przykładowe widma badanych odmian pszenicy. Emisja akustyczna z przedziału 0-1 kHz nie była brana pod uwagę w obliczeniach, gdyż w tym przedziale częstotliwości mieści się tzw. tło akustyczne (dźwięki pochodzące z zewnątrz, w tym praca maszyny wytrzymałościowej). Charakterystykę amplitudowo czasową i widmo tła akustycznego przedstawiono na rysunku 3.



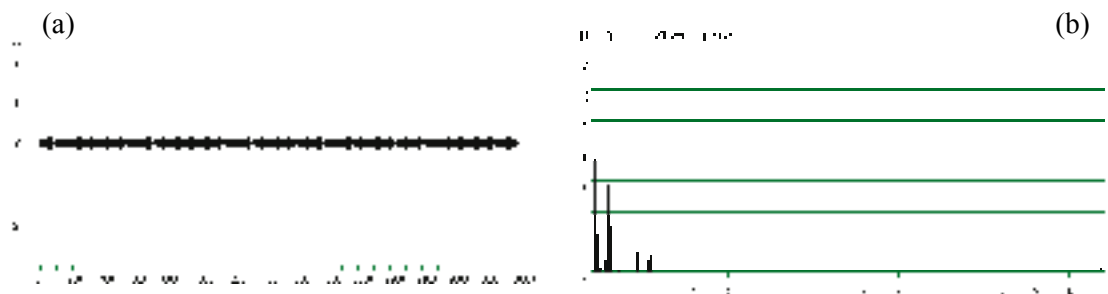
**Rys. 2.** Charakterystyki widmowe EA ziarna badanych odmian pszenicy (oś pozioma – częstotliwość dźwięku [kHz], oś pionowa – natężenie dźwięku [dB]).

Charakterystyczne pasma o zwiększonej energii sygnału EA przypadają na zakres 1-2 kHz i 11-13 kHz. Wielu autorów uważa, że każdy produkt posiada swój własny, charakterystyczny profil częstotliwości generowanego dźwięku, współczynnik nachylenia widma pozwala ocenić jakie dźwięki dominują w tej charakterystyce. Najwyższą wartość współczynnika nachylenia charakterystyki widmowej ( $\beta$ ) obliczono dla odmiany Bogatka (pozostałe odmiany nie różniły się istotnie statystycznie pod względem tego współczynnika), podobnie liczba zdarzeń i całkowita energia EA przyjmowała wartości najwyższe dla ziarna tej odmiany. Może to wynikać z faktu, że ziarniaki odmiany Bogatka cechowały się spośród badanych próbek najniższą zawartością i aktywnością wody. Wpływ aktywności (zawartości) wody na akustyczne wyróżniki tekstury jest w literaturze dobrze udokumentowany dla wielu produktów spożywczych, w tym produktów pochodzenia zbożowego [1, 3, 4]. Kruchość, chrupkość wiązana przez badaczy z energią emitowanego dźwięku jest ściśle zależna od zawartości wody. Woda umożliwia relaksację naprężeń a przez to ogranicza liczbę zdarzeń kruchego pęknięcia, które są źródłami fal dźwiękowych. Zależność współczynnika nachylenia charakterystyki mocy  $\beta$  od aktywności wody wykazano między innymi dla płatków zbożowych [3, 8], w przypadku ziarna pszenicy woda powoduje tłumienie dźwięków

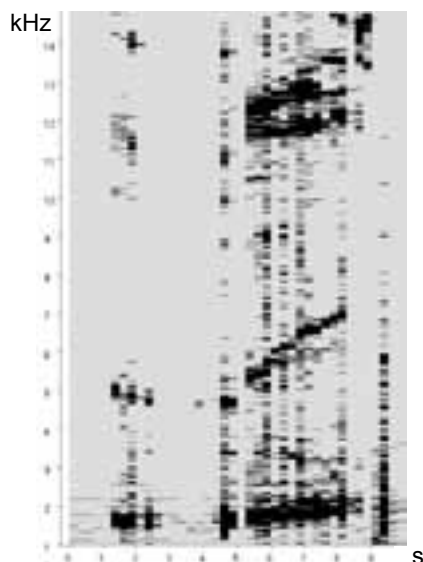
o częstotliwościach niskich (sprzyja propagacji dźwięków o częstotliwościach wysokich). Odmiana Mewa cechowała się jednocześnie małym udziałem ziaren szklistych, niską twardością bielma i najniższą spośród badanych wartością całkowitej energii EA, dla tej odmiany zawartość wody wynosiła 13,9% (przy  $a_w=0,399$ ).

Przykładowy akustogram uzyskany w ramach niniejszej pracy przedstawiono na rysunku 4. Pozwala on obserwować badane zjawiska w czasie. Na początku, w 2-giej sekundzie eksperymentu pęka okrywa owocowo-nasienna czemu towarzyszy emisja dźwięków o niskich częstotliwościach, mocne dźwięki w paśmie 11-13 kHz pojawiają się dopiero w fazie zgniatania ziarniaka i można przypuszczać, że są one związane z niszczeniem struktury wewnętrznej ziarniaka. Wydaje się, że inter

teresująca dla dalszych badań byłaby analiza EA uzyskanej z ziarniaków pozbawionych okrywy owocowo-nasiennej i porównanie jej z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy oraz szczegółowe zbadanie wpływu aktywności wody na cechy akustyczne ziarna pszenicy w obrębie jednej odmiany.



Rys. 3. Charakterystyka amplitudowo-czasowa (a) i widmo (b) tła akustycznego (maszyna wytrzymałościowa Zwick).



Rys. 4. Przykładowy akustogram.

## PODSUMOWANIE

Badany surowiec cechowało duże zróżnicowanie cech jakościowych, zarówno wyznaczonych w sposób tradycyjny, jak i metodą EA. Prędkość ściskania ziarniaków w istotny sposób wpływała na niektóre, spośród badanych deskryptorów dźwięku. Każda z odmian posiadała własny profil widma, jednak wszystkie cztery badane odmiany cechowały się występowaniem maksimum energii sygnału przy zbliżonej częstotliwości. Zaprezentowana praca ma charakter badań wstępnych, które wymagają rozszerzenia, jednak już na tym etapie można stwierdzić, że technika pomiarowa EA może być zastosowana do badania ziarna pszenicy. Jako metoda badania cech strukturalno-mechanicznych, EA może stanowić cenne źródło informacji dotyczących przydatności surowca zbożowego do przetwórstwa.

## LITERATURA

- [1] Duizer L.: A review of acoustic research for studying the sensory perception of crisp, crunchy and crackly textures, *Trends in Food Science & Technology*, 2001, 12, 17-24.
- [2] Geodecki M., Grundas S.: Ocena cech technologicznych pojedynczych ziarniaków pszenicy w zależności od ich położenia w kłosie, *Biuletyn Zakładu Fizycznych Podstaw Oceny i Ulepszania Materiałów Roślinnych IA PAN w Lublinie*, 1998, 2, 25-26.

- [3] Gondek E., Lewicki P.P., Ranachowski Z.: Influence of water activity on the acoustic properties of breakfast cereals, *Journal of Texture Studies*, 2006, 37 (5), 497-515.
- [4] Luyten H., Van Vliet T.: Acoustic emission, fracture behavior and morphology of dry crispy foods: A discussion article, *Journal of Texture Studies*, 2006, 37, 221-240.
- [5] Malecki I., Opilski A.: Charakterystyka i klasyfikacja sygnałów EA. W: *Emisja Akustyczna, Źródła, Metody, Zastosowania*, (red. Malecki I., Ranachowski J.), Biuro PASCAL, Warszawa 1994, 35-52.
- [6] Praca zbiorowa: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*, (red. Jakubczyk J., Haber T.), SGGW-AR, Warszawa 1983.
- [7] Praca zbiorowa: *Pszenica, chemia i technologia*, (red. Gąsiorowski H.), PWRiL, Poznań 2004.
- [8] Ranachowski Z., Gondek E., Lewicki P.P., Marzec A.: Investigation of acoustic properties of compressed wheat bran flakes, *Archives of Acoustics*, 2005, 30 (2), 255-265.
- [9] Witos F.: Część I – Pojęcia podstawowe. Fale sprężyste emisji akustycznej, w: *Emisja akustyczna Źródła, Metody, Zastosowania*, (red. Malecki I., Ranachowski J.), Biuro PASCAL, Warszawa 1994, 35-54.
- [10] Zdunek A., Konstankiewicz K.: Emisja akustyczna w badaniach procesów pęknięcia tkanek roślinnych, *Acta Agrophysica*, 2001, 55, 95.
- [11] Zdunek A., Ranachowski Z.: Acoustic emission in puncture test of apples during shelf-life, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 2006, 9 (4).

## THE ACOUSTIC PROPERTIES OF SELECTED VARIETIES OF WINTER WHEAT

### SUMMARY

*The aim of this work was to analyze the acoustic emission of selected varieties of wheat (Finezja, Bogatka, Mewa, Tur-nia). The uniaxial compression tests were carried out using Universal Testing Machine Zwick. A single grain was compressed with a speed of 20 mm/min, grains variety Finezja were compressed with the speed of 10, 20, 30, 40 and 50 mm/min. Acoustic emission was registered in range 0, 1-15 kHz using contact method and some standard quality features of grain were determined. It was shown that the speed of compression influences on the number of acoustic events and total acoustic energy. Each investigated variety had a specific spectral characteristic with the specific range of the frequency. The highest values of power partition slope, total acoustic energy and number of acoustic events was obtained for variety of Bogatka.*

Inż. Patrycja JANUS  
 Mgr inż. Angelika ZIÓLKOWSKA  
 Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## ZUŻYCIE ENERGII W PROCESIE SMAŻENIA CHIPSÓW ZIEMNIACZANYCH®

Opracowano ogólny model matematyczny zużycia energii podczas smażenia żywności. Dla tego modelu sformułowano model zużycia energii na przykładzie smażenia chipsów ziemniaczanych. Badania przeprowadzono teoretycznie i doświadczalnie. Badania teoretyczne polegały na symulacji komputerowej zużycia energii, a badania doświadczalne – na pomiarach jej zużycia podczas smażenia chipsów.

### WPROWADZENIE

„Chipsy” są amerykańską nazwą cienkich plasterków ziemniaczanych, smażonych w gorącym tłuszczu lub oleju do zawartości wody 2 do 3% [1]. W Anglii dla tego produktu używa się nazwy „Crisps”, w pozostałych krajach europejskich przyjęło się określenie amerykańskie.

Z informacji literaturowych wynika, że prowadzone dotychczas badania procesu smażenia żywności dotyczyły głównie zmian fizykochemicznych zachodzących w tłuszczach [5, 8], pod wpływem wysokiej temperatury [1, 6] i długiego czasu nagrzewania [4, 8]. Nie prowadzono natomiast badań zużycia energii w procesie smażenia żywności. Dlatego, w ramach tej pracy, postanowiono uzupełnić istniejącą lukę w literaturze z zakresu zużycia energii, na przykładzie smażenia chipsów ziemniaczanych.

**Głównym celem pracy zaprezentowanej w artykule była ocena zużycia energii cieplnej w procesie smażenia chipsów.**

W świetle tego założenia wyodrębniono do rozwiązania następujące zadania:

- opracowanie ogólnego modelu zużycia energii cieplnej w procesie smażenia żywności,
- sformułowanie szczegółowego modelu zużycia energii cieplnej w procesie smażenia chipsów ziemniaczanych,
- przeprowadzenie symulacji komputerowej teoretycznego zużycia energii cieplnej w procesie smażenia chipsów,
- wykonanie pomiarów zużycia energii cieplnej w procesie smażenia,
- porównanie wyników teoretycznego i rzeczywistego zużycia energii cieplnej w procesie smażenia chipsów,
- ocena modeli matematycznych.

### MODELE MATEMATYCZNE

Równaniem wyjściowym do opracowania ogólnego modelu matematycznego zużycia energii cieplnej w procesie smażenia żywności było równanie bilansu mocy cieplnej [4]. Po podstawieniu do tego równania równań cząstkowych mocy cieplnej niezbędnych m. in. do: nagrzania surowca i wody powierzchniowej, odparowania wody z surowca i jego powierzchni oraz dokonaniu niezbędnych przekształceń matematycznych otrzymuje się ogólny model matematyczny o postaci:

$$\dot{Q} = 1,18 \{ (\dot{m}_1 + \dot{m}_4) [c_1(t_2 - t_1) + r] - (\dot{m}_2 - \dot{m}_3) \} \quad (1)$$

$$[c_1(t_2 - t_1) - c_2(t_3 - t_1) + r] + \dot{m}_3 c_3(t_3 - t_4) + kA(t_6 - t_5)$$

w którym:

- $\dot{Q}$  – moc cieplna wprowadzona do procesu smażenia żywności, kW,
- $\dot{m}_1$  – masa surowca, kg/s,
- $\dot{m}_2$  – masa usmażonego produktu, kg/s,
- $\dot{m}_3$  – masa wchłoniętego tłuszczu przez żywność, kg/s,
- $\dot{m}_4$  – masa wody na powierzchni surowca po płukaniu i uwolnieniu od wody powierzchniowej, kg/s,
- $c_1$  – ciepło właściwe wody, kJ/(kg·K),
- $c_2$  – ciepło właściwe surowca, kJ/(kg·K),
- $c_3$  – ciepło właściwe tłuszczu, kJ/(kg·K),
- $r$  – ciepło parowania wody, kJ/kg,
- $t_1$  – temperatura surowca, °C,
- $t_2$  – temperatura wrzenia wody, °C,
- $t_3$  – temperatura tłuszczu, °C,
- $t_4$  – temperatura tłuszczu dostarczanego do smaźalnika, °C,
- $t_5$  – temperatura otoczenia, °C,
- $t_6$  – temperatura oleju grzewczego, °C,
- $k$  – współczynnik przenikania ciepła przez obudowę smaźalnika, kW/(m<sup>2</sup>·K),
- $A$  – powierzchnia obudowy smaźalnika, m<sup>2</sup>.

Model szczegółowy zużycia energii cieplnej w procesie smażenia chipsów ziemniaczanych ma postać:

$$\dot{Q} = \dot{m}_1 (1880 + 1,6 \cdot t_3) + 7 \cdot 10^{-3} (t_6 - t_5) \quad (2)$$

Model ten (2) wyprowadzono z ogólnego modelu matematycznego (1), po podstawieniu parametrów technologicznych smażenia chipsów oraz danych konstrukcyjnych smaźalnika (rys. 1). Wyprowadzenie oparto na następujących danych:

- masa usmażonych chipsów  $\dot{m}_2 = 40\% \cdot \dot{m}_1$ ,
- masa wchłoniętego tłuszczu przez chipsy  $\dot{m}_3 = (7-10)\% \cdot \dot{m}_2$ ,

- masa wody na powierzchni plasterków po płukaniu i uwolnieniu od wody powierzchniowej  $\dot{m}_4 = (3,0-3,6)\% \cdot \dot{m}_1$ ,
- ciepło właściwe wody  $c_1 = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,
- ciepło właściwe ziemniaków  $c_2 = 3,56 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,
- ciepło właściwe tłuszczu  $c_3 = 2,24 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,
- ciepło parowania wody  $r = 2257 \text{ kJ}/\text{kg}$ ,
- temperatura surowych plasterków ziemniaczanych  $t_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- temperatura wrzenia wody  $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- temperatura tłuszczu dostarczanego do smaźnika  $t_4 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- współczynnik przenikania ciepła przez obudowę smaźnika  $k = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ kW}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ,
- powierzchnia obudowy smaźnika  $A = 4,14 \text{ m}^2$ .

## MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były ziemniaki o wyrównanej wielkości, pomiędzy 40 i 60 mm, bowiem w przypadku ziemniaków mniejszych straty na obieraniu i doczyszczaniu są zbyt duże; natomiast większe ziemniaki dają zbyt duże plasterki, które łatwo się kruszą [1]. Ziemniaki pokrajane na plasterki o grubości 1,0 do 1,7 mm, za pomocą krajalnicy do produkcji chipsów, miały wilgotność 78% i zawartość cukrów redukujących 0,24%.

Przed smażeniem plasterki ziemniaczane przemywano przez 2 do 3 minut w obrotowej płuczce bębnowej w celu usunięcia wolnej skrobi i mniejszych kawałków ziemniaka. Następnie w maksymalnym stopniu uwalniano je od wody powierzchniowej za pomocą sita wibracyjnego, w celu skrócenia czasu smażenia i zmniejszenia zużycia energii cieplnej. Wilgotność tych plasterków oznaczano metodą grawimetryczną [3], a zawartość cukrów redukujących określano metodą podaną przez Adlera [1].

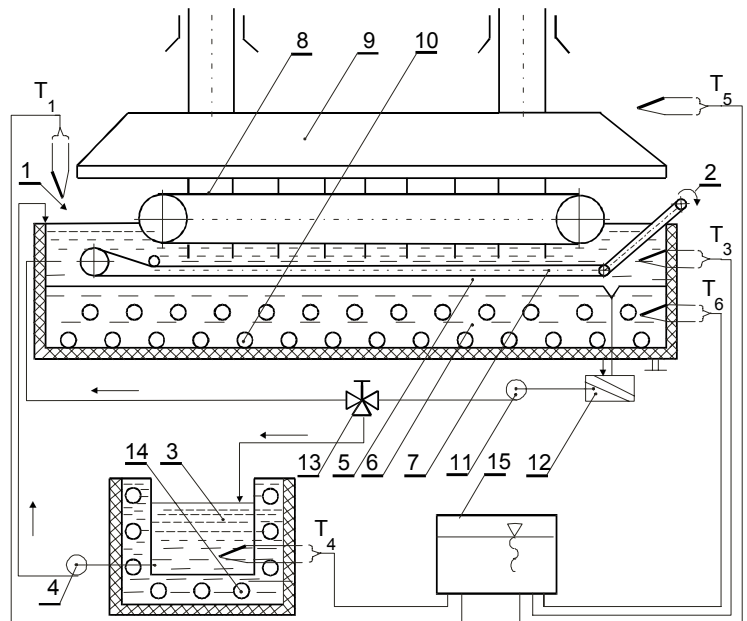
Smażenie plasterków ziemniaczanych odbywało się w zautomatyzowanym smaźniku (rys. 1), w którym tłuszcz krążył w stałym obiegu, a jego temperatura była regulowana automatycznie. Podgrzewanie tłuszczu w wannie 5 odbywało się pośrednio, poprzez wymiennik ciepła – naczynie oleju grzewczego 6. Takie rozwiązanie zapobiega miejscowemu przegrzaniu, które to prowadzi do szybkiego zużycia się tłuszczu. W obiegu tłuszczu zainstalowany jest na zewnątrz smaźnika filtr 12, usuwający z tłuszczu mniejsze cząstki ziemniaków. Pobrana przez chipsy ilość tłuszczu uzupełniana jest świeżym tłuszczem z naczynia roztapiającego 3.

Symulację komputerową zużycia energii cieplnej w procesie smażenia chipsów przeprowadzono za pomocą szczegółowego modelu matematycznego (2). Symulację komputerową i badania rzeczywiste procesu smażenia chipsów przeprowadzono dla:

- strumienia masy plasterków ziemniaczanych na wejściu smaźnika = {0,030, 0,033, 0,036, 0,039} kg/s,
- temperatury tłuszczu  $t_3 = \{140, 150, 160, 170\}^\circ\text{C}$ ,
- temperatury oleju grzewczego  $t_6 = \{178, 187, 199, 210\}^\circ\text{C}$ .

Pomiary mocy cieplnej podczas smażenia chipsów przeprowadzono pośrednio, poprzez pomiar mocy elektrycznej [3] elementów grzejnych 11 w naczyniu oleju grzewczego 6 (rys. 1).

Natomiast energię elektryczną zużyty w procesie smażenia określano jako iloczyn mocy elektrycznej i czasu smażenia chipsów [3, 7].



**Rys. 1.** Urządzenie do smażenia żywności w procesie ciągłym: 1 – wejście surowca, 2 – wyjście usmażonego produktu, 3 – naczynie roztapiające tłuszczu, 4 – pompa uzupełniająca tłuszcz, 5 – wanna smaźnika, 6 – naczynie oleju grzewczego, 7 – przenośnik taśmowy wybierający, 8 – przenośnik siatkowy z zabierakami, 9 – daszek smaźnika, 10 – elektryczne elementy grzejne, 11 – pompa recykulacyjna, 12 – filtr tłuszczu, 13 – zawór trójdrożny, 14 – elektryczne elementy grzejne, 15 – rejestrator temperatury: surowca na wejściu smaźnika –  $T_1$ , tłuszczu smaźniczego –  $T_3$ , tłuszczu dostarczanego do smaźnika z roztapiającego –  $T_4$ , temperatury otoczenia –  $T_5$ , oleju grzewczego –  $T_6$ .

Ocenę sensoryczną chipsów ziemniaczanych przeprowadzono metodą punktową w skali 5 do 1 [2].

## WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 zestawiono wyniki mocy cieplnej  $\dot{Q}$  uzyskane na drodze symulacji komputerowej procesu smażenia chipsów ziemniaczanych, przy użyciu szczegółowego modelu matematycznego (2). W tabeli podano także teoretyczne wskaźniki jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q$ , obliczone na podstawie mocy cieplnej  $\dot{Q}$  i strumienia masy plasterków ziemniaków na wejściu smaźnika.

Przedstawione w tabeli 1 wyniki pokazują, że przy stałym strumieniu masy plasterków ziemniaczanych  $\dot{m}_1$ , moc cieplna  $\dot{Q}$  rośnie liniowo w zależności od temperatury tłuszczu  $t_3$  i jest tym większa, im większy jest strumień masy plasterków  $\dot{m}_1$  na wejściu smaźnika. Otrzymane wyniki można fizycznie wytłumaczyć tym, że ilość ciepła, jaką ciało pobiera przy ogrzewaniu, jest proporcjonalna do jego masy i do przyrostu temperatury.

**Tabela 1.** Teoretyczne wartości mocy cieplnej  $\dot{Q}$  i wskaźnika jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q$  w procesie smażenia chipsów ziemniaczanych

Strumień masy plasterków ziemniaczanych $\dot{m}_1$ [kg/s]	Temperatura tłuszczu $t_3$ [°C]	Moc cieplna $\dot{Q}$ [kW]	Wskaźniki jednostkowego zużycia energii cieplnej $q$ [MJ/kg]
0,030	140	64,0	2,13
0,030	150	64,7	2,15
0,030	160	65,3	2,17
0,030	170	65,8	2,19
0,033	140	70,5	2,13
0,033	150	71,1	2,15
0,033	160	71,7	2,17
0,033	170	72,3	2,19
0,036	140	76,8	2,13
0,036	150	77,5	2,15
0,036	160	78,2	2,17
0,036	170	78,8	2,19
0,039	140	83,2	2,13
0,039	150	83,8	2,15
0,039	160	84,6	2,17
0,039	170	85,3	2,19

Z podanych w tabeli 1 wskaźników jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q$  widać, że ich wartości rosną zawsze w tym samym przedziale  $q \in \langle 2,13; 2,19 \rangle$  MJ/kg ze wzrostem temperatury tłuszczu  $t_3$ , przy różnych strumieniach plasterków ziemniaczanych  $\dot{m}_1 = \{0,030; 0,033; 0,036; 0,039\}$  kg/s. Na podstawie wyników można więc wnioskować, że teoretycznie na wartość wskaźnika jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q$ , podczas smażenia chipsów, nie wpływa strumień masy plasterków na wejściu smaźalnika  $\dot{m}_1$ , lecz temperatura tłuszczu  $t_3$ .

**Tabela 2.** Rzeczywiste wartości mocy cieplnej  $\dot{Q}_{rz}$  i wskaźnika jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q_{rz}$  w procesie smażenia chipsów ziemniaczanych

Strumień masy plasterków ziemniaczanych $\dot{m}_1$ [kg/s]	Temperatura tłuszczu $t_3$ [°C]	Moc cieplna $\dot{Q}$ [kW]	Wskaźniki jednostkowego zużycia energii cieplnej $q$ [MJ/kg]
0,030	140	66,5	2,21
0,030	150	67,1	2,23
0,030	160	67,7	2,25
0,030	170	68,4	2,28
0,033	140	72,1	2,18
0,033	150	72,7	2,20
0,033	160	73,4	2,22
0,033	170	74,0	2,24
0,036	140	77,6	2,15
0,036	150	78,2	2,17
0,036	160	78,9	2,19
0,036	170	79,5	2,20
0,039	140	83,7	2,14
0,039	150	84,2	2,15
0,039	160	84,9	2,17
0,039	170	85,4	2,19

W tabeli 2 zestawiono rzeczywiste – empiryczne wyniki mocy cieplnej  $\dot{Q}_{rz}$ , obliczone na podstawie wyników pomiaru mocy elektrycznej elementów grzewczych  $\underline{11}$  w naczyniu oleju grzewczego  $\underline{6}$  (rys. 1), oraz rzeczywiste wskaźniki jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q_{rz}$ .

Przy stałym strumieniu masy plasterków ziemniaczanych na wejściu smaźalnika  $\dot{m}_1$ , moc cieplna  $\dot{Q}_{rz}$  rośnie liniowo, w zależności od temperatury tłuszczu  $t_3$ , a więc tak samo, jak teoretyczna moc cieplna  $\dot{Q}$  podczas symulacji komputerowej procesu smażenia. Z porównania tych dwóch mocy cieplnych (tab. 1, 2) widać, że wartości mocy rzeczywistej  $\dot{Q}_{rz}$  są większe niż wartości mocy teoretycznej  $\dot{Q}$ . Fakt ten można uzasadnić tym, że podczas praktycznego badania procesu smażenia chipsów występowała większa strata mocy cieplnej niż przewidywana, 18%, przy opracowaniu ogólnego (1) i szczegółowego (2) modelu matematycznego mocy cieplnej w procesie smażenia chipsów. Różnica pomiędzy mocami cieplnymi: rzeczywistą  $\dot{Q}_{rz}$  i teoretyczną  $\dot{Q}$  wynosi  $\Delta \in \langle 0,1; 2,6 \rangle$  kW dla strumienia masy plasterków ziemniaczanych na wejściu smaźalnika  $\dot{m}_1 \in \langle 0,030; 0,039 \rangle$  kg/s. Stanowi to większe zużycie energii cieplnej w granicach 0,12-3,80%.

Wartości rzeczywistych wskaźników jednostkowego zużycia energii cieplnej  $q_{rz}$  rosną tak samo, jak wskaźniki teoretyczne  $q$  (tab. 1), ze wzrostem temperatury tłuszczu  $t_3$  i strumienia masy plasterków ziemniaczanych (tab. 2). Na wartość teoretycznego wskaźnika jednostkowego zużycia energii  $q$  nie ma wpływu strumień masy plasterków ziemniaczanych  $\dot{m}_1$  (tab. 1).

Na wartość wskaźnika rzeczywistego  $q_{rz}$  mają wpływ: zarówno temperatura tłuszczu  $t_3$ , jak strumień masy plasterków ziemniaczanych (tab. 2). Wskaźnik rzeczywistego zużycia energii  $q_{rz}$  ma większe wartości niż wskaźnik teoretyczny  $q$ , przy czym maksymalna różnica jest niewielka i wynosi:  $\Delta q = q_{rz} - q = 2,28 - 2,13 = 0,15$  MJ/kg. Tak małą różnicę uzyskano dzięki opracowaniu ścisłych modeli matematycznych (1), (2) i przeprowadzeniu dokładnych pomiarów zużycia energii podczas smażenia chipsów ziemniaczanych w zaprezentowanym smaźalniku. Wartości wskaźnika rzeczywistego zużycia energii cieplnej  $q_{rz}$  zmniejszają się w miarę zwiększania strumienia masy plasterków ziemniaczanych,  $\dot{m}_1$  co ma duże znaczenie utylitarne (tab. 2).

**Tabela 3.** Ocena sensoryczna chipsów ziemniaczanych

Temperatura tłuszczu $t_3$ [°C]	Smak [punkty]	Zapach [punkty]	Barwa [punkty]	Suma punktów [punkty]
140	1	3	2	6
150	2	3	3	8
160	3	4	4	11
170	4	4	5	13

W tabeli 3 podano ocenę sensoryczną chipsów ziemniaczanych, z której wynika, że najlepszą jakością uzyskano podczas smażenia plasterków ziemniaczanych w temperaturze tłuszczu 170°C. Na tę ponad dobrą ocenę, w porównaniu ze smażeniem w niższych temperaturach, wpłynęły głównie smak i zapach chipsów.

## WNIOSKI

1. Opracowany ogólny model matematyczny zużycia energii cieplnej jest słuszny dla wszelkiej żywności smażonej w smażalniku o zaprezentowanej w pracy konstrukcji. Na podstawie tego modelu matematycznego można sformułować model szczegółowy dla określonego rodzaju surowca pochodzenia roślinnego i zwierzęcego.

2. Teoretyczne moce cieplne, uzyskane na drodze symulacji komputerowej, są mniejsze niż moce empiryczne procesu smażenia chipsów ziemniaczanych. Również teoretyczne wskaźniki jednostkowego zużycia energii cieplnej są mniejsze niż wskaźniki rzeczywiste.

3. Na podstawie szczegółowego modelu matematycznego zużycia energii w procesie smażenia chipsów ziemniaczanych można z dużą dokładnością wyznaczać komputerowo wskaźniki jednostkowego zużycia energii cieplnej dla potrzeb biur projektowych i przemysłowych. Maksymalna różnica pomiędzy teoretycznym wskaźnikiem jednostkowego zużycia energii cieplnej, a wskaźnikiem rzeczywistym – empirycznym jest niewielka i wynosi 0,15 MJ/kg.

## LITERATURA

- [1] Adler G.: Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse, Verlag Paul Parey, Berlin – Hamburg 1971.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: Zarys sensorycznej analizy żywności, WNT, Warszawa 1995.
- [3] Domagała A.: Metodyka pomiarów w inżynierii przemysłu spożywczego, PWRi L, Poznań 1996.
- [4] Hicks T.C.: Fundamental Concepts in the Design of Experiments, 4<sup>th</sup> Ed., Saunders College Publishing, New York 1993.
- [5] Krygier K., Szewczyk M., Rutkowski A.: Wpływ produktów i rodzaju smażenia na jakość oleju, I Krajowe Sympozjum Chemii i Technologii Tłuszczów PAN, Kraków 1979.
- [6] Steinberg E.: Smażenie zanurzeniowe wyrobów gastronomicznych, Niepożądane zmiany w tłuszczach roślinnych używanych do wielokrotnego smażenia, Przegląd Gastronomiczny, 1982, 8, 14-18.
- [7] Wojdalski J. (red.): Energia w przemyśle rolno-spożywczym, SGGW, Warszawa 1998.
- [8] Ziombki H.: Zmiany fizyczne, chemiczne i wartości odżywcze w tłuszczach ogrzewanych, Roczniki P.Z.H., 1989, 30, 473-478.

## HEAT ENERGY CONSUMPTION DURING THE PROCESS OF FRYING POTATO CRISPS

### SUMMARY

*General mathematical model was formulated for heat energy consumption during the process of frying food. On the basis of the general mathematical model, a model of heat energy consumption was formulated on the example of frying potato crisps. The problem was investigated both theoretically and empirically. The theoretical investigation consisted in the computer simulation of heat energy consumption and the experiments – on the measurements of heat energy consumption during the process of frying potato crisps.*

Mgr inż. Marta CHMIEL  
Dr inż. Krzysztof DASIEWICZ  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WYKORZYSTANIE KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU DO SZACOWANIA ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU W DROBNYM MIĘSIE WOŁOWYM®

*Celem prezentowanych badań jest ocena możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu w drobnym mięsie wołowym pozyskanym z wykrawania i obróbki karkówki, dolnej zrazowej i skrzydła. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że jednoznaczne zdefiniowanie pól białych i czerwonych jest bardzo trudne, a dążenie do uzyskania jak najniższego udziału pól nierozpoznanych, może prowadzić do uzyskania pogorszenia dokładności szacowania. Pomimo zweryfikowania procesu „nauki” i wyliczenia dzięki temu wyższych współczynników korelacji pomiędzy udziałem pól białych a zawartością tłuszczu, konieczne jest prowadzenie dalszych badań nad przydatnością metody komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości drobnego mięsa na większej populacji próbek.*

### WSTĘP

W przemyśle mięsnym istotnym problemem jest niejednorodność surowca. Mięsa drobne cechują się dużą zmiennością zawartości tłuszczu i właściwości technologicznych. Ocena wzrokowa tych parametrów stosowana w zakładach mięsnych, nie spełnia zazwyczaj zadania standaryzacji surowca (obciążona jest znaczącym błędem). Prowadzi to do niestandardowości produkowanych wyrobów oraz strat ekonomicznych ponoszonych przez zakład. Potrzeba udoskonalenia systemu klasyfikacji mięsa drobnego, spowodowała konieczność poszukiwania obiektywnych i jednocześnie pozwalających na szybkie uzyskanie wyników, metod określających jego jakość. Te wymagania spełnia komputerowa analiza obrazu (KAO). Zaletami komputerowego systemu analizy są: szybkość i powtarzalność, nieinwazyjność, łatwość obsługi, możliwość pomiaru całego obiektu lub przygotowanych z niego preparatów mikroskopowych. Zdjęcia produktów żywnościowych wprowadzone do systemu komputerowego mogą być przechowywane, przetwarzane i wyświetlane w formie macierzy, z których można uzyskać informacje o cechach obrazu [2, 5, 6, 10, 11]. Do coraz szerszego stosowania tej metody przyczyniły się zarówno postęp w dziedzinie technik informatycznych (obniżenie cen komputerów przy jednoczesnym wzroście ich mocy obliczeniowej), jak i postęp techniczny, który dokonał się w dziedzinie fotografii i umożliwił zastosowanie techniki cyfrowej do rejestrowania obrazów [2, 9].

Metoda KAO znalazła w przemyśle mięsnym szerokie zastosowanie. Może być wykorzystywana zarówno do badania mięsności tusz i półtuszy [1], jak i do oceny jakości mięsa wieprzowego [4, 6, 10], wołowego [3, 16], czy drobiowego [17]. Prowadzone od lat badania nad zastosowaniem KAO do szacowania zawartości tłuszczu oraz oceny jakości drobnego mięsa wieprzowego potwierdziły jej skuteczność. Na podstawie wyników badań określono optymalne warunki wykonywania pomiarów, wpływ rodzaju surowca i operacji jednostkowych na możliwość szacowania wybranych wyróżników jakości technologicznej [4, 6, 12]. Wyniki uzyskane m. in. przez Dasiewicza i Szymańskiego [4] wykazały istotne korelacje pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą

Soxhleta. Według tych autorów [4] metoda KAO może być wykorzystywana do szacowania zawartości tłuszczu w drobnym mięsie wieprzowym kl. II, po ujednorodnieniu poprzez rozdrobnienie.

Niewiele danych dotyczy szacowania zawartości tłuszczu i jakości drobnego mięsa wołowego.

**Celem artykułu jest określenie możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu w drobnym mięsie wołowym pozyskanym z wykrawania i obróbki wybranych elementów.**

### METODYKA BADAŃ I WYNIKI

Materiał do badań stanowiło drobne mięso wołowe pozyskane w warunkach przemysłowych z wykrawania i obróbki karkówki, dolnej zrazowej i skrzydła.

Badania przeprowadzono w dwóch etapach. Pierwszy z zakresu KAO, przeprowadzono na terenie zakładu rozbiorowego. Stanowisko pomiarowe stanowiła prostopadłościenna skrzynka, wykonana ze sklejki, którą pokryto białą, matową farbą. W dolnej części skrzynki zamontowano drzwiczki w sposób umożliwiający łatwe wprowadzanie i wyjmowanie pojemnika z mięsem, oraz gwarantujący zabezpieczenie układu przed dostępem światła z hali. W pokrywie zainstalowano oświetlenie, które stanowiły 4 halogeny o mocy 35 W każdy. Sposób rozmieszczenia lamp gwarantował równomierne rozproszenie światła podczas wykonywania zdjęć. W centralnej części pokrywy znajdował się otwór, w którym umieszczono obiektyw aparatu cyfrowego Olympus 1400L. Moc oświetlenia dobrano w taki sposób, aby natężenie światła odbitego od powierzchni biało-czerwonej w konstruowanym układzie zawierało się w granicach 18-19 lux.

Analizie poddano po 10 próbek mięsa wołowego każdego z trzech badanych elementów. Masa pojedynczej próbki wynosiła około 5 kg. Drobne mięso wołowe przekładano do pojemnika pomiarowego i po wyrównaniu powierzchni umieszczano w stanowisku pomiarowym, gdzie wykonano zdjęcia aparatem cyfrowym przy oświetleniu halogenowym na tle zielonym (zastosowane warunki wykonywania zdjęć uznano za optymalne na podstawie wcześniej wykonanych badań).

Następnie z każdego pojemnika pobierano reprezentatywną próbkę mięsa (około 500 g) do oznaczeń fizykochemicznych. W tym celu badany surowiec dwukrotnie rozdrobniono w wilku laboratoryjnym z zastosowaniem siatki o średnicy otworów 3 mm i dokładnie wymieszano, a następnie oznaczono metodami odwoławczymi jego podstawowy skład chemiczny: zawartość białka [13], wody [14] i tłuszczu [15].

Na podstawie analizy wykonanych zdjęć program Carne 2.2. [8] wydzielił, a następnie poddał analizie ilościowej pola białe przedstawiające tkankę tłuszczową i łączną, oraz pola czerwone – mięso chude, obliczając ich procentowy udział w stosunku do całkowitej analizowanej powierzchni mięsa. Miejsca o parametrach niezdefiniowanych zostały zakwalifikowane do obszaru nierozpoznanego. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej [6] wykorzystując program STATGRAPHIC 4.1. oraz funkcje statystyczne programu Microsoft Excel. Obliczono współczynniki korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta a udziałem pól białych wyznaczonych metodą komputerowej analizy obrazu każdego elementu osobno oraz dodatkowo dla całej badanej populacji drobnego mięsa wołowego.

W celu scharakteryzowania surowca określono jego podstawowy skład chemiczny stosując metody odwoławcze. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ rodzaju elementu na zawartość podstawowych składników chemicznych (wody, białka i tłuszczu). Średnia zawartość wody w badanym mięsie pozyskanym z karkówki wynosiła 74,5% i była istotnie wyższa od stwierdzonej w dolnej zrazowej i skrzydle, gdzie ilość tego składnika wynosiła odpowiednio 55,6 i 66,0%. Średnia zawartość białka kształtowała się na zbliżonym poziomie dla mięsa pozyskanego z dolnej zrazowej i skrzydła (odpowiednio 17,9 i 18,0%), natomiast istotnie wyższą jego ilością charakteryzowało się mięso pozyskane z karkówki (średnio 19,4%). Istotnie niższą zawartość tłuszczu oznaczono w mięsie pozyskanym z karkówki (średnia zawartość 5,0%), natomiast najwyższą w mięsie pozyskanym z dolnej zrazowej, średnio 25,4%. Średnia zawartość tłuszczu w badanym mięsie wołowym pozyskanym ze skrzydła wynosiła 15,1%.

Oszacowanie zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu wymaga określenia udziału pól białych na fotografiach cyfrowych badanego mięsa. Pola białe oznaczone metodą komputerowej analizy obrazu odpowiadają tkance tłuszczowej i łącznej. W celu oszacowania zawartości tłuszczu metodą KAO stworzono w procesie „nauki” A trzy bazy danych (osobna baza dla każdego z elementów). Nauka programu analizującego polegała na wskazaniu odpowiednich

obszarów na fotografiach cyfrowych odpowiadających tkance mięśniowej oraz tłuszczowej i łącznej, w wyniku czego program opracował postać funkcji segmentującej surowiec na podstawie informacji o jego barwie i nasyceniu na fotografii cyfrowej. „Naukę” przeprowadzono na wszystkich zdjęciach, dążąc do uzyskania jak najmniejszej ilości pól nierozpoznanych w trakcie analizy (poniżej 2%). Wykorzystując otrzymane bazy danych przeprowadzono komputerową analizę obrazu.

Udział pól białych wyznaczonych metodą KAO był istotnie zróżnicowany w zależności od rodzaju badanego elementu – najwyższy w mięsie pozyskanym z dolnej zrazowej (39,8%), natomiast najniższy w mięsie pozyskanym z karkówki (22,3%, tab. 1).

**Tabela 1.** Porównanie udziału pól białych, czerwonych i nierozpoznanych uzyskanych w procesie „nauki” A i B

	„nauka” A								
	karkówka			dolna zrazowa			skrzydło		
	PB	PCZ	PN	PB	PCZ	PN	PB	PCZ	PN
<b>x</b>	22,3 <sup>a</sup>	76,0	1,7	39,8 <sup>b</sup>	54,4	5,9	31,1 <sup>c</sup>	65,9	3,0
<b>s</b>	2,8	2,8	0,4	2,7	3,6	1,3	2,5	2,3	0,6
<b>min</b>	17,5	80,4	2,4	43,9	59,5	8,2	33,7	70,3	4,4
<b>max</b>	27,6	70,4	1,2	36,1	49,2	4,5	26,2	62,6	1,8
	„nauka” B								
	karkówka			dolna zrazowa			skrzydło		
	PB	PCZ	PN	PB	PCZ	PN	PB	PCZ	PN
<b>x</b>	12,3 <sup>a'</sup>	77,4	10,4	38,8 <sup>b'</sup>	50,3	11,0	29,9 <sup>c'</sup>	61,2	12,8
<b>s</b>	1,4	2,2	1,3	4,5	4,6	1,1	4,3	4,1	1,3
<b>min</b>	9,7	73,7	8,3	30,9	42,7	9,1	18,9	56,2	10,9
<b>max</b>	14,9	81,2	12,2	45,2	59,2	12,6	34,6	72,0	14,7

**a, a'** – średnie w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie przy  $p < 0,05$

**x** – średnia

**s** – odchylenie standardowe

**min** – wartość minimalna

**max** – wartość maksymalna

**PB** – udział pól białych, [%]

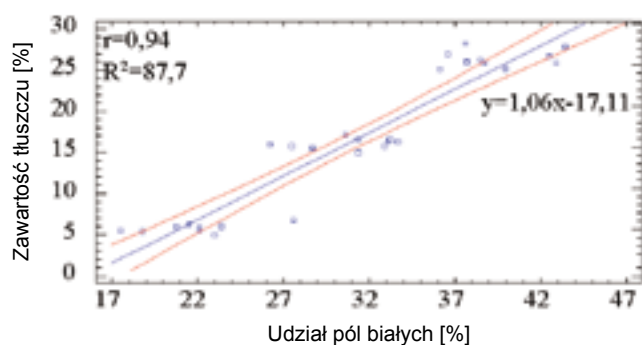
**PCZ** – udział pól czerwonych, [%]

**PN** – udział pól nierozpoznanych, [%]

W celu określenia możliwości zastosowania KAO do szacowania zawartości tłuszczu w badanym drobnym mięsie wołowym pochodzącym z wykrawania i obróbki karkówki, dolnej zrazowej i skrzydła przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy udziałem pól białych a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta. Analizę przeprowadzono dla każdego rodzaju elementu osobno, ponadto dla całej populacji próbek badanego mięsa wołowego. Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała istotnych zależności pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu wyznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta dla drobnego mięsa wołowego pozyskanego z poszczególnych elementów. Wyliczone współczynniki korelacji kształtowały się na poziomie od  $r = -0,03$  dla mięsa pozyskanego ze skrzydła,



$r = -0,11$  dla mięsa pozyskanego z dolnej zrazowej, do  $r = 0,23$  dla mięsa pozyskanego z karkówki. Natomiast w przypadku całej populacji próbek drobnego mięsa wołowego przeprowadzona analiza wykazała istotne korelacje pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta. Wyliczone współczynniki korelacji i determinacji wynosiły odpowiednio  $r = 0,94$  i  $R^2 = 87,7$  (rys. 1). Analiza otrzymanych zależności wykazała, że niezależnie od rodzaju badanego elementu, przy tej samej zawartości tłuszczu (oznaczonej metodą Soxhleta) wyliczony udział pól białych (metodą komputerowej analizy obrazu) cechował się dużym rozrzutem wartości. Sugeruje to, że szacowanie udziału pól białych jest obarczone błędem.



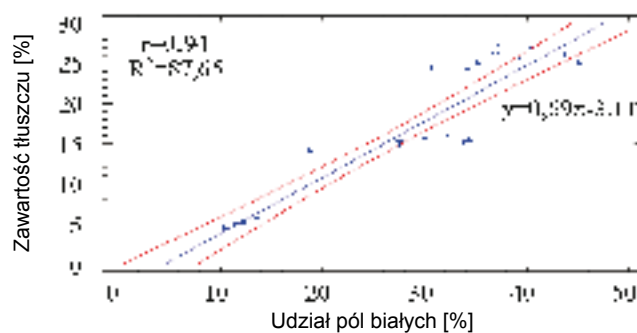
**Rys. 1.** Krzywa korelacji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą Soxhleta w drobnym mięsie wołowym („nauka” A).

Istnienie trzech rozłącznych chmur punktów (rys. 1) sugeruje, że program jest zbyt wrażliwy. Na niektórych obszarach fotografii program traktuje daną powierzchnię jako tłuszcz pomimo tego, że jest to tkanka mięśniowa natomiast na innych, jako tkankę mięśniową (duży rozrzut wyników udziału pól białych). Przykładowo dla mięsa pozyskanego z karkówki, dla próbek o zawartości tłuszczu wynoszącej ok. 5% oznaczonej odwoławczą metodą Soxhleta, udział pól białych oznaczonych metodą KAO daje rozrzut wartości od ok. 17 do 24%. Istotnym problemem w poprawnej klasyfikacji udziału pól białych i czerwonych na fotografiach są także obszary obrazujące kawałki tkanki mięśniowej z cienką warstwą tłuszczu lub tkanki łącznej o zabarwieniu różowo-czerwonym. Program powinien traktować te obszary zarówno jako tkankę tłuszczową i jako tkankę mięsną w odpowiedniej proporcji zależnej od nasycenia czerwieni. Takie podejście określane jest mianem logiki rozmytej (ang. *fuzzy logic*) w odróżnieniu od logiki dyskretnej a konkretnie trójwartościowej, jaka została zastosowana przez program analizujący.

Ponownie przeprowadzono proces „nauki” programu analizującego. W procesie „nauki” B wskazywano pola białe jednoznacznie reprezentowane przez tłuszcz, a pola czerwone jako tkankę mięśniową. Pola reprezentowane przez tkankę tłuszczową o zabarwieniu różowym oraz mięśniową pokrytą tkanką łączną stanowiły pola nierozpoznane. Skutkiem takiej procedury było uzyskanie niższych wartości udziału pól białych oraz wyższych udziału pól nierozpoznanych (tab. 1). Istotnie niższy udział pól białych stwierdzono dla mięsa pozy-

skanego z karkówki, które cechowało się najniższą zawartością tłuszczu, charakteryzującego się jednolitą białą barwą.

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej wyliczono współczynniki korelacji pomiędzy udziałem pól białych oznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta. Wyliczone współczynniki korelacji były wyższe w porównaniu z uzyskanymi przy użyciu baz danych stworzonych podczas „nauki” A niezależnie od rodzaju badanego elementu. Kształtowały się one odpowiednio: dla mięsa pozyskanego z karkówki  $r = 0,49$ , dolnej zrazowej  $r = 0,35$  i skrzydła  $r = 0,67$ . Podobnie współczynniki korelacji i determinacji wyliczone dla całej badanej populacji były istotnie wysokie i wynosiły odpowiednio:  $r = 0,94$  i  $R^2 = 87,7$  (rys. 2). Na podstawie analizy wyników uzyskanych w „nauce” B stwierdzono niższy rozrzut dla mięsa pozyskanego z karkówki i skrzydła. Dla dolnej zrazowej – surowca, który charakteryzował się najwyższą zawartością tłuszczu, w dużej mierze cechującym się różowoczerwoną barwą, zaobserwowano duży rozrzut wartości. Dla próbek o zawartości tłuszczu ok. 24% wynosił on od ok. 30 do 45% (rys. 2) i wynika z zakwalifikowania jako pola czerwone fragmentów tkanki tłuszczowej o barwie różowo-czerwonej. Sugeruje to, iż metoda komputerowej analizy obrazu może być stosowana jedynie dla elementów mięsa o jednoznacznym białym zabarwieniu tkanki tłuszczowej. Szacowanie zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu prowadzone dla tkanki tłuszczowej o zabarwieniu różowoczerwonym lub mięsa pokrytego tkanką łączną powoduje istotne zafałszowanie wyników.



**Rys. 2.** Krzywa korelacji pomiędzy udziałem pól białych wyznaczonych metodą KAO a zawartością tłuszczu oznaczoną metodą Soxhleta w badanym drobnym mięsie wołowym („nauka” B).

## PODSUMOWANIE

Mięso jest materiałem biologicznym o bardzo złożonej strukturze. Zróżnicowane barwy zarówno tkanki mięśniowej, jak i tłuszczowej a dodatkowo występowanie tkanki łącznej, która pokrywając częściowo tkankę mięśniową powoduje, że rozróżnienie na obrazie poszczególnych rodzajów tkanek jest bardzo trudne. Dlatego bardzo istotnym etapem komputerowej analizy obrazu jest proces „nauki” programu analizującego. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że jednoznaczne zdefiniowanie pól białych i czerwonych jest bardzo trudne, a dążenie do uzyskania jak najniższego poziomu ilości pól nierozpoznanych, może prowadzić do uzyskania błędnych wyników, pomimo zweryfikowania procesu „nauki” i wyliczenia wyższych współczynników korelacji pomiędzy

udziałem pól białych a zawartością tłuszczu. Wydaje się, że konieczne jest prowadzenie dalszych badań nad przydatnością metody komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości drobnego mięsa na większej populacji próbek.

## LITERATURA

- [1] Borggaard C., Madsen N.T., Thodberg H.H.: In – line Image Analysis In The Slaughter Industry, Illustrated by Blef Carcass Classification, Meat Science, 1996, (43), s. 151-163.
- [2] Brosnan T., Sun D.W.: Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems – a review, Computers and Electronics in Agriculture, 2002, (36), s. 193-213.
- [3] Dasiewicz K.: Badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa wołowego, Praca doktorska, Zakład Technologii Mięsa, SGGW, 2001.
- [4] Dasiewicz K., Szymański P.: Optymalizacja warunków szacowania (metodą komputerowej analizy obrazu) tłuszczu w drobnym mięsie wieprzowym klasy II. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2005, (2), s. 44-47.
- [5] Du Ch – J., Sun D.W.: Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review, Journal of Food Engineering, 2006, (72), s. 39-55.
- [6] Fautitano L., Huff P., Teuscher F., Garipey C., Wegner J.: Application of computer image analysis to measure pork marbling characteristics, Meat Science, 2005, (69), s. 537-543.
- [7] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu i żywności, PWN, Warszawa 1984.
- [8] Instrukcja obsługi programu komputerowego Carne 2.2, 2004.
- [9] Long B.: Fotografia cyfrowa, Helion, 2003, s. 31-35, 244.
- [10] Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard D.E.: Evaluation of pork color using computer vision, Meat Science, 2000, (56), s. 57-60.
- [11] Makała H.: Komputerowa analiza obrazu w ocenie surowców i gotowej żywności, Przemysł Spożywczy, 1995, 49, (5), s. 158, 163.
- [12] Pisula A., Dasiewicz K., Flis A.: Próba zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny jakości drobnego mięsa wieprzowego kl. II., Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego tom XLI, 2004, s. 53-62.
- [13] PN-75/A-04018 (1975) – Oznaczanie zawartości azotu metodą Kiejdahla i przeliczanie na białko.
- [14] PN-ISO 1442:2000 (2000) – Oznaczanie zawartości wody.
- [15] PN-ISO 1444:2000 – Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [16] Powalka A.: Optymalizacja metody komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości drobnego mięsa wołowego klasy II, Praca magisterska, Zakład Technologii Mięsa SGGW, 2007.
- [17] Słowiński M., Majewska M., Dasiewicz K.: Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do oceny zawartości tłuszczu w mięsie kurcząt, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, (1), 2007, s. 13-16.

## THE USE OF DIGITAL IMAGE ANALYSIS TO ESTIMATE FAT CONTENT IN BEEF TRIMMINGS

### SUMMARY

*The objective of this study was to evaluate the possibility of using Digital Image Analysis for estimating fat content of beef trimmings obtained from chuck, bottom rump and top round. Results proved that marking off white and red spots is was very difficult. The attempt to obtain very low percentage of unrecognized spots could lead to decreased accuracy of analysis. Verifying the "learning" process resulted in higher coefficients of correlation between contribution of white spots and fat content. However it is necessary to continue research on using Digital Image Analysis for estimating quality of beef meat larger population of samples should be analysed.*

Dr inż. Anna BERTHOLD  
Mgr inż. Anna STACHURA  
Wydział Nauk o Żywności, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności  
Zakład Biotechnologii Mleka  
SGGW w Warszawie

## JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA SERÓW POCHODZĄCYCH Z GOSPODARSTW EKOLOGICZNYCH®

*Celem badań zaprezentowanych w artykule było określenie jakości mikrobiologicznej różnych rodzajów serów pochodzących z gospodarstw ekologicznych. Przebadano łącznie 52 próbki. Ogólna liczba drobnoustrojów w serach twarogowych (ST) kształtowała się na poziomie  $10^5$ - $10^{10}$ , w serach dojrzewających (SD)  $10^7$ - $10^{11}$  oraz w serach kwasowo-podpuszczkowych (SKP)  $10^8$ - $10^{11}$  jtk/g. Liczba drobnoustrojów zanieczyszczających w ST wynosiła  $10^3$ - $10^7$ , w SD  $10^5$ - $10^6$ , a w SKP  $10^5$ - $10^9$  jtk/g. Bakterie z grupy coli i E. coli były obecne w 1g odpowiednio w 63% i 44% próbek ST, w SD w 53% i 53% próbek, w SKP w 59% i 35% próbek. Liczba bakterii psychrotrofowych w badanych serach zawierała się w granicach  $10^1$ - $10^6$  jtk/g. Obecność B.cereus stwierdzono w 8% wszystkich przebadanych próbek. Liczba drożdży i pleśni wyniosła  $10^2$ - $10^5$  w ST,  $10^1$ - $10^6$  w SD oraz  $10^1$ - $10^7$  jtk/g w SKP.*

### WSTĘP

Od kilkunastu lat produkcja żywności metodami ekologicznymi zyskuje coraz większą popularność na całym świecie. W Polsce także, z roku na rok zwiększa się liczba zwolenników wytwarzania żywności z zastosowaniem metod naturalnych. Wśród wielu produktów żywnościowych, oferowanych przez właścicieli gospodarstw ekologicznych, ważną pozycję zajmują produkty mleczne, w tym sery kwasowe (twarogi), kwasowo-podpuszczkowe oraz sery podpuszczkowe dojrzewające.

Producenci nieustannie dążą do polepszenia jakości mikrobiologicznej produktów i doskonalenia technologii ich wytwarzania, aby wyjść naprzeciw oczekiwaniom konsumentów, zapewnić bezpieczeństwo żywności i sprostać panującej konkurencji. Dotyczyć to powinno także serów ekologicznych.

Żywność ekologiczna to żywność, której produkcja odbywa się z surowców uzyskiwanych bez użycia nawozów sztucznych i chemicznych środków ochrony roślin. Sposoby jej wytwarzania, przetwórstwa i oznakowania powinny być zgodne z wymogami obowiązującymi w Polsce to jest z Ustawą z dnia 20 kwietnia 2004 r. o rolnictwie ekologicznym (z późniejszymi zmianami) [14] oraz Rozporządzeniem Rady (WE) 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych [10].

W Polsce wprowadzanie artykułów ekologicznych do sieci supermarketów wiąże się z większymi trudnościami niż na przykład w Danii, gdzie w sklepach konwencjonalnych sprzedawanych jest 86% produkcji ekologicznej. Poważnymi przeszkodami w rozwinięciu ekologicznej produkcji i dystrybucji są z pewnością wysokie ceny związane z dużymi kosztami ponoszonymi przez producenta, a także brak ciągłości dostaw. Obecnie w kraju najważniejszymi formami organizacji sprzedaży produktów ekologicznych w opinii rolników są: sprzedaż bezpośrednio z gospodarstwa, sprzedaż do sklepu z żywnością ekologiczną, do zakładów przetwarzających surowce konwencjonalne lub ekologiczne oraz na targowisku [7, 15].

**Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikom jakości mikrobiologicznej różnych rodzajów ekologicznych serów: twarogowych, kwasowo-podpuszczkowych i podpuszczkowych dojrzewających.**

### MATERIAŁ I METODY

Badaniom poddano 52 próbki serów, w tym 16 próbek twarogów pochodzących od producentów krajowych, 17 próbek serów kwasowo-podpuszczkowych od producentów krajowych i 19 próbek serów podpuszczkowych dojrzewających, zarówno od producentów krajowych, jak i zagranicznych. Próbkę serów nabywano w sklepach z żywnością ekologiczną znajdujących się na terenie Warszawy.

Analiza serów obejmowała określenie:

- ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD) metodą płytkową [pożywka PCSMA, Merck nr kat. 1.15338, 30°C/72 h],
- liczby drobnoustrojów zanieczyszczających metodą płytkową [agar bezcukrowy, Merck nr kat. 1.05450, 30°C/72 h],
- najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL) bakterii z grupy coli [bulion Brila, Merck nr kat. 1.12587, 35°C/24-48 h, posiew 3 x 10 ml, 3 x 1 ml i 3 x 0,1 ml z rozc.  $10^{-1}$ , odczyt wskaźnika NPL w 1 g próbki z tablic w PN-EN ISO 7218: 2008 na podstawie zmętnienia i pojawienia się gazu w rurce Durhama],
- NPL Escherichia coli [bulion Brila, Merck nr kat. 1.12587, 35°C/24-48 h, posiew 3 x 10 ml, 3 x 1 ml i 3 x 0,1 ml z rozc.  $10^{-1}$ , odczyt wskaźnika NPL w 1 g próbki z tablic w PN-EN ISO 7218: 2008 na podstawie zmętnienia, gazu w rurce Durhama, fluorescencji w świetle lampy UV o długości fali 366nm oraz wytwarzania indolu w teście potwierdzającym z użyciem odczynnika Kovačsa],
- liczby bakterii psychrotrofowych metodą płytkową [pożywka PCSMA, Merck nr kat. 1.15338, 6, 5°C/10 dni],
- liczby Bacillus cereus metodą płytkową [pożywka MYP, Merck nr kat. 1.05267, 30°C/24 h],
- liczby pleśni i drożdży metodą płytkową [pożywka YGC, Merck nr kat. 1.16000, 25°C/5 dni].

## WYNIKI

Wyniki otrzymane w niniejszych badaniach przedstawiono w tabelach 1 i 2.

(6%), a liczba tych drobnoustrojów wynosiła  $1,4 \times 10^1$  jtk/g. W pozostałych próbkach nie stwierdzono obecności *B. cereus* w 0,1 g.

**Tabela 1.** Występowanie wybranych grup drobnoustrojów w badanych serach

Drobnoustroje [jtk/g]	Sery twarogowe			Sery kwasowo-podpuszczkowe			Sery podpuszczkowe dojrzewające		
	minimum	maximum	% próbek dodatnich	minimum	maximum	% próbek dodatnich	minimum	maximum	% próbek dodatnich
Ogólna liczba drobnoustrojów	$2,5 \times 10^5$	$6,8 \times 10^{10}$	100	$1,1 \times 10^8$	$3,1 \times 10^{11}$	100	$1,9 \times 10^7$	$1,1 \times 10^{11}$	100
Liczba drobnoustrojów zanieczyszczających	$1,0 \times 10^3$	$5,6 \times 10^7$	100	$1,1 \times 10^5$	$1,7 \times 10^9$	100	$7,9 \times 10^5$	$8,4 \times 10^6$	100
Liczba psychrotrofów	$5,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^6$	100	$8,5 \times 10^1$	$8,8 \times 10^6$	94	$2,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^6$	74
Liczba <i>B. cereus</i> ogółem	nieobecne w 0,1 g	$1,4 \times 10^2$	6	$1,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$	12	nieobecne w 0,1 g	$2,0 \times 10^1$	5
Liczba pleśni i drożdży	$5,0 \times 10^2$	$9,6 \times 10^5$	100	$2,0 \times 10^1$	$1,4 \times 10^7$	94	$5,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^6$	100

**Tabela 2.** Występowanie bakterii z grupy coli i Escherichia coli w badanych serach

Drobnoustroje [NPL/g]		Sery twarogowe	Sery kwasowo-podpuszczkowe	Sery podpuszczkowe dojrzewające
		% próbek		
Bakterie z grupy coli	nieobecne w 1g	38	47	47
	$\leq 10^2$	37	24	21
	$> 10^2$	25	29	32
Escherichia coli	nieobecne w 1g	56	65	47
	$\leq 10^2$	25	6	53
	$> 10^2$	19	29	0

### Wyniki badań twarogów

OLD w twarogach mieściła się w zakresie od  $2,5 \times 10^5$  do  $6,8 \times 10^{10}$  jtk/g. Najmniejszą OLD tj. w przedziale od  $>10^5$  do  $10^6$  jtk/g stwierdzono tylko w 6% próbek. W największym odsetku próbek (56%) OLD była w zakresie  $>10^6 - 10^8$  jtk/g. W 32% próbek OLD wynosiła  $>10^8$  jtk/g.

Drobnoustroje zanieczyszczające występowały w każdej z przebadanych próbek twarogów, a ich liczba wahała się od  $1,0 \times 10^3$  do  $5,6 \times 10^7$  jtk/g. Najmniejszą liczbę drobnoustrojów zanieczyszczających ( $>10^3 - 10^4$  jtk/g) stwierdzono w 18% próbek. Najwięcej przebadanych próbek tej grupy serów (76%) zawierało drobnoustroje zanieczyszczające w liczbie od  $>10^4$  do  $10^7$  jtk/g, przy czym tylko w jednej próbce liczba ta przekraczała  $10^7$  jtk/g.

W 38% próbek nie stwierdzono obecności bakterii z grupy coli w 1g. W 37% próbek NPL tych bakterii była mniejsza niż  $10^2$  w 1g, a NPL  $>10^2$  w 1g stwierdzono w 25% próbek. Występowania *E. coli* w 1g nie stwierdzono w 56% próbek, natomiast w 25% próbek NPL *E. coli* wynosiła do  $10^2$  w 1g i tylko w 19% próbek wynosiła  $>10^2$ .

W 6% próbek liczba bakterii psychrotrofowych wynosiła od  $>10^3$  do  $10^4$  jtk/g. W największym odsetku próbek (75%) stwierdzono bakterie psychrotrofowe w liczbie od  $>10^4$  do  $10^6$  jtk/g, natomiast największą liczbę tych bakterii ( $>10^6$  jtk/g) zawierało 19% próbek.

Obecność *B. cereus* stwierdzono tylko w jednej próbce

Pleśnie i drożdże występowały we wszystkich przebadanych próbkach, w liczbie od  $5,0 \times 10^2$  do  $9,6 \times 10^5$  jtk/g. W 12% próbek liczba grzybów była na poziomie  $>10^2 - 10^3$  jtk/g. W największym odsetku próbek liczba pleśni i drożdży wynosiła od  $10^3$  do  $>10^5$  jtk/g.

### Wyniki badań serów kwasowo-podpuszczkowych

OLD w serach kwasowo-podpuszczkowych zawierała się w zakresie od  $1,1 \times 10^8$  do  $3,1 \times 10^{11}$  jtk/g. W 50% próbek stwierdzono OLD w granicach od  $>10^8$  do  $10^9$ , w 21% próbek liczba ta wynosiła od  $>10^9$  do  $10^{10}$  jtk/g. Największą OLD ( $>10^{10}$  jtk/g) stwierdzono w 29% próbek.

Liczba drobnoustrojów zanieczyszczających wahała się od  $1,1 \times 10^5$  do  $1,7 \times 10^9$  jtk/g. W 21% próbek liczba tych drobnoustrojów występowała w granicach  $>10^5 - 10^6$ , a w 36% próbek – w granicach od  $>10^6$  do  $10^7$  jtk/g. Liczbę drobnoustrojów zanieczyszczających w zakresie od  $>10^7$  do  $10^8$  jtk/g stwierdzono w 29% próbek, a w 14% próbek – od  $>10^8$  do  $>10^9$  jtk/g.

W 47% próbek NPL bakterii z grupy coli wynosiła  $<0,3$  w 1 g, co pozwala przyjąć, że w 1 g badanych próbek na ogół nie występowały drobnoustroje tej grupy. Natomiast w 24% próbek NPL tych bakterii wynosiła do  $10^2$  w 1 g. W pozostałych próbkach (29%) NPL bakterii z grupy coli przekraczała  $10^2$  w 1 g. W 65% próbek nie stwierdzono *E. coli* w 1 g produktu, natomiast w 29% próbek NPL wynosiła  $>10^2$  w 1 g, a w 6% próbek – nie przekraczała  $10^2$  w 1 g.

Tylko w jednej próbce nie stwierdzono obecności bakterii psychrotrofowych w 0,1 g, natomiast w pozostałych próbkach liczba tych bakterii zawierała się w granicach od  $8,5 \times 10^1$  do  $8,8 \times 10^6$  jtk/g, przy czym w 24% próbek liczba ta wynosiła od  $>10^3$  do  $10^5$  jtk/g, a w największym odsetku próbek (64%) – w granicach  $>10^5 - 10^6$  jtk/g.

W 88% próbek nie stwierdzono obecności *B.cereus* w 0,1 g serów, a w pozostałych dwóch próbkach liczba *B. cereus* nie przekraczała  $2,0 \times 10^1$  jtk/g.

Obecności pleśni i drożdży w 0,1 g nie wykazano tylko w jednej z próbek, natomiast w pozostałych próbkach ich liczba była bardzo zróżnicowana i wahała się od  $2,0 \times 10^1$  do  $1,4 \times 10^7$  jtk/g. W 31% próbek liczba pleśni i drożdży wynosiła od  $>10^1$  do  $10^3$  jtk/g, natomiast w 19% próbek od  $>10^3$  do  $10^5$  jtk/g. Liczby grzybów w zakresie  $>10^5$ - $10^7$  jtk/g wykazano w 38% próbek. Liczbę  $>10^7$  jtk/g stwierdzono tylko w jednej próbce.

### Wyniki badań serów podpuszczkowych dojrzewających

OLD wahała się w zakresie od  $1,9 \times 10^7$  do  $1,1 \times 10^{11}$  jtk/g. Najmniejszą OLD (od  $>10^7$  do  $10^8$  jtk/g) stwierdzono w 21% próbek. Największy udział (69%) przypadła na próbki serów o OLD w zakresie od  $>10^8$  do  $10^{11}$  jtk/g. OLD na poziomie  $>10^{11}$  jtk/g stwierdzono w 10% próbek.

Drobnoustroje zanieczyszczające występowały we wszystkich badanych próbkach, a ich liczba zawierała się w przedziale od  $7,9 \times 10^5$  do  $8,4 \times 10^6$  jtk/g. W 11% próbek stwierdzono liczbę tych drobnoustrojów w zakresie od  $>10^5$  do  $10^6$ , a w 89% próbek – w zakresie  $10^6$ - $10^7$  jtk/g.

W 47% próbek nie stwierdzono obecności bakterii z grupy *coli* w 1 g. W 21% próbek ich NPL wynosiła do  $10^2$  w 1 g. NPL  $>10^2$  w 1 g stwierdzono w 32% próbek. W 47% próbek nie stwierdzono obecności *E. coli* w 1 g, a w 53%, w których występowały – NPL nie przekraczała  $10^2$  w 1 g.

W 26% próbek nie stwierdzono obecności bakterii psychrotrofowych w 0,1 g. W dalszych 32% próbek ich liczba zawierała się w granicach od  $>10^2$  do  $10^4$ , natomiast w 37% próbek – od  $>10^4$  do  $10^6$  jtk/g. Liczbę bakterii psychrotrofowych większą niż  $10^6$  jtk/g stwierdzono tylko w jednej próbce.

Obecność *B.cereus* stwierdzono tylko w jednej próbce w liczbie  $2,0 \times 10^1$  jtk/g. W pozostałych próbkach nie stwierdzono obecności tych drobnoustrojów w 0,1 g serów.

Liczba pleśni i drożdży mieściła się w zakresie od  $5,0 \times 10^1$  do  $1,0 \times 10^6$  jtk/g. W 32% próbek liczba pleśni i drożdży była w zakresie od  $>10^3$  do  $10^5$ , a w 15% próbek – w zakresie od  $>10^5$  do  $10^7$  jtk/g.

## DYSKUSJA

Ogólna liczba drobnoustrojów w serach zależy głównie od mikroflory mleka surowego, warunków produkcji, aktywności zakwasu, stopnia ukwaszenia, warunków i czasu dojrzewania oraz pielęgnacji serów (w przypadku serów dojrzewających). Największą OLD wykazały sery kwasowo – podpuszczkowe. Największy odsetek próbek w tej grupie serów (50%) wykazywał OLD w przedziale od  $>10^8$  do  $10^{10}$  jtk/g. Berthold i wsp. [1] badając sery kwasowo – podpuszczkowe wyprodukowane w zakładach przemysłowych stwierdzili OLD w większości próbek w zakresie  $>10^4$ - $10^7$  jtk/g, tylko w 2 próbkach OLD przekraczała  $10^7$  jtk/g. W przebadanych serach podpuszczkowych dojrzewających OLD wahała się w zakresie od  $10^7$  do  $10^{11}$  jtk/g. Kazimierzak i wsp. [6] stwierdzili OLD w rynkowych serach dojrzewających w przedziale od  $>10^3$  do  $10^9$  jtk/g, przy czym 61% próbek zawierało OLD w granicach  $10^6$ - $10^8$  jtk/g. W 88% próbek serów twarogowych OLD była w zakre-

sie  $>10^6$ - $>10^8$  jtk/g. Berthold i wsp. [1] badając sery twarogowe otrzymane w warunkach przemysłowych stwierdzili OLD na poziomie  $10^7$ - $10^8$  jtk/g. Analizując wyniki niniejszych badań w świetle danych literatury można stwierdzić, że OLD w serach pochodzących z gospodarstw ekologicznych była we wszystkich grupach serów większa niż w serach otrzymywanych w zakładach przemysłowych z surowca nieekologicznego. Wyższa liczebność bakterii ogółem w serach ekologicznych dojrzewających może wynikać z krótszego czasu ich dojrzewania w porównaniu do serów produkowanych w warunkach przemysłowych. Natomiast w przypadku serów twarogowych i kwasowo-podpuszczkowych niedojrzwających wyższa OLD może wynikać ze zbyt wysokiej temperatury, niewłaściwej temperatury przechowywania i nie zachowania łańcucha chłodniczego w czasie dystrybucji serów i sprzedaży.

Ważnym oznaczeniem wykonywanym w niniejszych badaniach było określenie liczby drobnoustrojów zanieczyszczających. Oznaczenie to pozwoliło uzupełnić informacje dotyczące jakości higienicznej poddanych analizie produktów. Największa liczebność drobnoustrojów zanieczyszczających występowała w grupie serów kwasowo-podpuszczkowych. Może to być spowodowane wieloetapowością procesu technologicznego wytwarzania tego typu serów oraz stosunkowo długim czasem jego trwania, co może sprzyjać zanieczyszczeniom popasteryzacyjnym. Należy zwrócić uwagę, że drobnoustroje zanieczyszczające wykryto we wszystkich badanych próbkach serów, a otrzymane wyniki wskazują na znaczne zanieczyszczenie badanych produktów, co z pewnością jest niekorzystne dla jakości produktów oferowanych konsumentom.

Co do występowania w badanych serach bakterii z grupy *coli* i *E. coli*, to należy zaznaczyć, że największe zanieczyszczenie stwierdzono w twarogach. Spośród przebadanych próbek w tej grupie serów obecność bakterii z grupy *coli* i *E. coli* stwierdzono w 62 i 44% próbek twarogów, odpowiednio. Berthold i wsp. [1] w twarogach produkowanych w zakładach przemysłowych stwierdzili obecność bakterii z grupy *coli* i *E. coli* w 45% i 25% próbek, odpowiednio. Porównując z tymi danymi rezultaty niniejszych badań, należy stwierdzić znacznie wyższe zanieczyszczenie w serach ekologicznych.

Znacznie zanieczyszczone zarówno bakteriami z grupy *coli* i *E. coli* były sery kwasowo – podpuszczkowe oraz podpuszczkowe dojrzewające, ponieważ w 53% próbek obu grup serów stwierdzono obecność tych drobnoustrojów. Berthold i wsp. [1] wykryli obecność bakterii z grupy *coli* i *E. coli* tylko w 12% próbek serów kwasowo-podpuszczkowych przemysłowych, przy czym NPL tych drobnoustrojów nie przekraczała 10 w 1 g.

Bakterie z grupy *coli* w serach dojrzewających występowały jedynie w próbkach serów krajowych, natomiast sery producentów niemieckich stanowiące 37% przebadanych w tej grupie, nie zawierały bakterii z grupy *coli* i *E. coli* w 1g. Tornadijo i wsp. [12] w badaniach nad tradycyjnymi serami San Simon wykazali, że *E. coli* był dominującym gatunkiem wśród *Enterobacteriaceae* i stanowił 56% wyizolowanych szczepów. W serze półtwardym Van Otlu także otrzymywanym metodami rzemieślniczymi stwierdzono bakterie z grupy *coli* w 62% próbek, a liczba *E. coli* w niektórych próbkach przekraczała  $10^3$  jtk/g [11].

W serach źródłem *E. coli* może być zarówno surowiec, w przypadku gdy sery produkowane są z mleka surowego, jak

i zanieczyszczenia w toku produkcji (reinfekcja). W publikacjach zagranicznych podaje się, że gatunek *E. coli*, w tym także chorobotwórczy szczep *E. coli* 0157: H7, znajduje warunki do rozwoju zarówno w serach miękkich [5], jak i w serach twardych [9] oraz serwatkowych [4].

Na podstawie uzyskanych w niniejszej pracy wyników występowania bakterii z grupy *coli* można stwierdzić gorszą jakość krajowych serów ekologicznych w porównaniu z importowanymi produktami rolnictwa ekologicznego. Również lepszą jakością mikrobiologiczną od krajowych serów ekologicznych charakteryzują się sery krajowe produkowane na skalę przemysłową.

Bakterie psychrotrofowe występowały we wszystkich analizowanych grupach serów. Jednak również i w tym przypadku najniższą jakością charakteryzowały się sery kwasowo-podpuszczkowe. Liczba bakterii psychrotrofowych w tej grupie produktów zawierała się w granicach  $10^1$ - $10^6$  jtk/g. Znacznie lepszą jakość pod tym względem serów produkowanych przemysłowo wykazali Berthold i wsp. [1], gdyż obecność bakterii psychrotrofowych stwierdzili w 50% próbek serów kwasowo-podpuszczkowych, a ich liczba wahała się od  $10^1$  do ponad  $10^3$  jtk/g.

W przypadku serów podpuszczkowych dojrzewających i twarogów w 26% i 6% próbek, odpowiednio, nie stwierdzono występowania bakterii psychrotrofowych. W pozostałych próbkach ich liczba zawierała się w zakresie od  $>10^2$  do  $>10^6$  jtk/g. Berthold i wsp. [1] stwierdzili występowanie bakterii psychrotrofowych w serach twarogowych na poziomie od  $10^2$  do  $10^4$  jtk/g.

Bakterie psychrotrofowe wpływają na okres przydatności do spożycia wielu produktów mlecznych, w tym serów kwasowych, gdyż mogą namnażać się w temperaturze przechowywania serów (4-10°C). Z tego względu w trakcie przechowywania, dystrybucji i sprzedaży serów ekologicznych należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie łańcucha chłodniczego, a nawet zastosować bardziej rygorystyczne warunki, tj. temperaturę poniżej 4°C, co zminimalizowałoby możliwość rozwoju drobnoustrojów i zagwarantowało wysoką jakość serów ekologicznych.

W niniejszych badaniach określono także występowanie w serach *B. cereus*. We wszystkich trzech grupach serów stwierdzono jego obecność, jednakże tylko w pojedynczych próbkach (6%) i w liczbie nie przekraczającej  $10^3$  jtk/g.

W literaturze można znaleźć niewiele danych dotyczących występowania *B. cereus* w serach. Rangasamy i wsp. [8] stwierdzili obecność *B. cereus* w 40% próbek sera Cheddar, a liczebność wahała się w zakresie  $10^1$ - $10^2$  jtk/g. Urarte i wsp. [13] w niektórych próbkach serów rynkowych stwierdzili *B. cereus* w liczbie  $>10^4$  jtk/g. Eleftheriadou i wsp. [3] przedstawili wyniki kompleksowych, wieloletnich badań dotyczących występowania różnych patogenów, w tym *B. cereus* w różnych produktach spożywczych. Poziom  $>10^4$  jtk/g, który uznaje się za niebezpieczny dla zdrowia konsumenta zaobserwowali w 1% próbek, najczęściej w serach produkowanych rzemieślniczo w małych, rodzinnych mleczarniach. W badaniach krajowych dotyczących serów produkowanych przemysłowo wykazano, że *B. cereus* występował w 60% próbek serów podpuszczkowych dojrzewających, przy czym liczba była mniejsza niż  $10^4$  jtk/g [6]. W świetle przedstawionych danych piśmiennictwa oraz badań własnych można stwierdzić,

że w przebadanych próbkach serów *B. cereus* nie stanowił zagrożenia dla konsumentów.

Innym, oprócz bakterii z grupy *coli*, wskaźnikiem higieny produkcji jest obecność w serach pleśni i drożdży. W serach kwasowo-podpuszczkowych obecność pleśni i drożdży stwierdzono we wszystkich próbkach oprócz jednej, a ich liczba była bardzo zróżnicowana i wahała się od około  $10^1$  do ponad  $10^7$  jtk/g. W twarogach liczba pleśni i drożdży wahała się w granicach od  $10^2$  do  $10^5$ , a w serach podpuszczkowych dojrzewających – od  $10^1$  do  $10^6$  jtk/g. Zważywszy, iż sugerowana przez niektórych badaczy liczba drożdży mogąca wywołać pogorszenie się jakości serów wynosi ponad  $10^5$  jtk/g [13], to stwierdzone liczby tych drobnoustrojów w niektórych badanych serach mogły mieć ujemny wpływ na cechy sensoryczne tych produktów, co mogło się objawiać np. drożdżowym, obcym posmakiem.

Cais i Wojciechowski [2] stwierdzili liczbę drożdży w twarogach poniżej  $10^3$  jtk/g. W przypadku pleśni, Berthold i wsp. [1] stwierdzili ich obecność w 25 i 45% próbek serów kwasowo-podpuszczkowych i twarogów, na poziomie  $10^1$  –  $10^3$  jtk/g.

## WNIOSKI

1. Wyniki niniejszych badań dotyczące występowania drobnoustrojów zanieczyszczających, bakterii z grupy *coli* oraz pleśni i drożdży, wskazują na znaczne uchybienia w procesie produkcji i przechowywania serów otrzymanych z surowca ekologicznego.

2. Sery twarogowe charakteryzowały się najniższą jakością pod względem występowania bakterii zanieczyszczających, bakterii z grupy *coli* i *E. coli* oraz pleśni i drożdży, odpowiednio 100%, 62%, 44% i 100% próbek tych serów zawierało wymienione drobnoustroje w 1 gramie.

3. Obecność bakterii psychrotrofowych, czyli grupy drobnoustrojów aktywnych w czasie chłodniczego przechowywania produktów stwierdzono w 100%, 94%, 74% próbek twarogów, serów kwasowo-podpuszczkowych i podpuszczkowych dojrzewających, odpowiednio. Liczba bakterii psychrotrofowych wahała się od  $10^1$  do  $10^6$  jtk/g.

4. W świetle uzyskanych wyników celowe wydaje się obniżenie temperatury przechowywania serów ekologicznych poniżej 4°C.

## LITERATURA

- [1] Berthold A., Pluta A., Kołodziej A.: Jakość mikrobiologiczna rynkowych serów twarogowych, Przegląd Mleczarski 2007, 7, 4-7.
- [2] Cais D., Wojciechowski Z.: Zmiany wybranych cech jakościowych serów twarogowych w trakcie ich przechowywania, Przegląd Mleczarski 1996, 5, 177-179.
- [3] Eleftheriadou M., Varnava-Tello A., Mette-Loizidou M., Nikolaou A., Akkelidou D.: The microbiological profile of foods in the Republic of Cyprus: 1991-2000, Food Microbiology 2002, 19, 463-471.
- [4] Govaris A., Koidis P., Papatheodorou K.: The fate of *Escherichia coli* 0157: H7 in Myzithra, Anthotyros, and Manouri whey cheese during storage at 2° and 12°C, Food Microbiology 2001, 18, 565-570.

- [5] Kasrazadeh M., Genigeorgis C.: Potential growth and control of *Escherichia coli* 0157: H7 in soft Hispanic type cheese. *International Journal of Food Microbiology* 1995, 25, 289-300.
- [6] Kazimierczak A., Molska I., Nowosielska R.: Jakość mikrobiologiczna serów podpuszczkowych dojrzewających, *Przemysł Spożywczy* 1999, 5, 18-20.
- [7] Nestorowicz R.: Kanały dystrybucji żywności ekologicznej, *Przemysł Spożywczy* 2006, 12, 12-13.
- [8] Rangsamy P., Iber M., Rogiński H.: Isolation and characterization of *Bacillus cereus* in milk and dairy products manufactured in Victoria, *Australian Journal of Dairy Technology* 1993, 48, 93-95.
- [9] Reitsma C., Henning D.: Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* 0157: H7 during the manufacture and curing of cheddar cheese, *Journal of Food Protection* 1996, 59, 460-464.
- [10] Rozporządzenie Rady (WE) 8343/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych.
- [11] Tekinsen K., Özdemir Z.: Prevalence of foodborne pathogens in Turkish Van Otlu (Herb) cheese, *Food Control* 2006, 17, 707-711.
- [12] Tornadijo M., Garcia M., Fresno J., Carballo J.: Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simon cheese, *Food Microbiology* 2001, 18, 499-509.
- [13] Urarte E., Fernandez J., Molinero M.: Microbiological quality of fresh cheese marketed in the Basque Autonomous Region, *Alimentaria* 1999, 299, 37-47.
- [14] Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz.U. Nr 93, poz. 898).
- [15] Żakowska-Biemans S., Gutkowska K.: Rynek żywności ekologicznej w Polsce i w krajach Unii Europejskiej, SGGW Warszawa, 2003, 59.

## MICROBIOLOGICAL QUALITY OF CHEESES ORIGINATED FROM ECOLOGICAL FARMS

### SUMMARY

*The aim of the researches was to determine the microbiological quality of different type of cheeses originated from ecological farms. 52 samples of cheeses were examined. The total number of bacteria ranged from  $10^5$  to  $10^{10}$  in acid-curd cheeses (AC),  $10^7$ - $10^{11}$  in ripened cheeses (RC) and  $10^8$ - $10^{11}$  CFU/g in acid-rennet cheeses (ARC). The number of contamination bacteria varied between  $10^3$  and  $10^7$ ,  $10^5$ - $10^6$  and  $10^5$ - $10^9$  CFU/g in AC, RC and ARC, respectively. Coliforms and *E. coli* in AC were present in 63% and 44% samples, in RC – in 53% and 53% samples, in ARC – in 59% and 35% samples, respectively. The number of psychrotrophic bacteria ranged from  $10^1$  to  $10^6$  CFU/g in the examined samples. The presence of *B. cereus* was detected in 8% of the examined samples. The number of yeasts and moulds ranged from  $10^2$  to  $10^5$  in AC,  $10^1$ - $10^6$  in RC and  $10^1$ - $10^7$  CFU/g in ARC.*

Mgr inż. Dorota ZARĘBA  
 Mgr inż. Anna OSTASIEWICZ  
 Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności  
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## FUNKCJONALNOŚĆ PROZDROWOTNA I TECHNOLOGICZNA PROCESU FERMENTACJI CIASTA – TRADYCJA I POSTĘP NAUKOWY®

*W procesie produkcji pieczywa wyróżniamy dwie fermentacje: alkoholową, z udziałem drożdży oraz fermentację mlekową (homo- i heterofermentację), za którą odpowiedzialne są bakterie kwasu mlekowego. Proces fermentacji niesie ze sobą wiele korzyści technologicznych i prozdrowotnych. Dytlenek węgla ( $CO_2$ ), powstający w fermentacji alkoholowej, umożliwia rozrost ciasta i warunkuje porowatość miększa. Natomiast produkty metabolizmu bakterii fermentacji mlekowej, głównie: kwas mlekowy i kwas octowy, wpływają na cechy smakowo-zapachowe gotowego wyrobu, a także przedłużają trwałość pieczywa. Zastosowanie w produkcji piekarskiej probiotycznych kultur starterowych bakterii mlekowych i drożdży podwyższa wartość odżywczą produktu oraz wywiera pozytywny wpływ na organizm człowieka.*

### WSTĘP

Zgodnie z zaleceniami piramidy zdrowego żywienia produkty zbożowe powinny być podstawowym źródłem energetycznym i odżywczym diety człowieka, ponieważ są źródłem cukrów, białek, oraz wielu witamin i mikroelementów. Wartość odżywcza tych produktów zależy od surowca i stopnia jego przetworzenia. Im jest on większy, tym większe powoduje ubytki w zawartości białek, witamin i składników mineralnych. Zarówno wyciąg mąki, jak i proces fermentacji mają istotny wpływ na wartość odżywczą pieczywa. W produkcji piekarskiej wykorzystywane są dwie fermentacje: alkoholowa, z udziałem drożdży oraz mlekowa – prowadzona przez bakterie fermentacji mlekowej. Obecność bakterii kwasu mlekowego przyczynia się do przemian na drodze homo- lub heterofermentacji i przynosi wiele korzyści technologicznych oraz żywieniowych, jak również wpływa na jakość pieczywa [2, 4, 28].

**Celem artykułu jest przybliżenie wiedzy w zakresie zastosowania kultur probiotycznych w przemyśle piekarskim.**

### CHARAKTERYSTYKA AUTOCHTONICZNEJ MIKROFLORY ZIAREN ZBÓŻ I ZAKWASU

Ziarna zbóż, ze względu na swój skład są dobrą pożywką mikrobiologiczną. Są bogate w wielocukry, które mogą być wykorzystane przez mikroorganizmy jako źródło węgla i energii w procesie fermentacji. Głównym wielocukrem w ziarnach zbóż jest skrobia, która po hydrolizie staje się dostępna dla mikroorganizmów. Poziom wolnych cukrów w pełni dojrzałym ziarnie może stanowić tylko 1-3%, co wystarcza do zapoczątkowania procesu fermentacji [28].

Ziarna zbóż są naturalnym nośnikiem mikroflory złożonej z różnego rodzaju mikroorganizmów, które współzawodniczą o substancje odżywcze. Źródłem bakterii jest także powierzchnia urządzeń piekarskich i otoczenie. Całe ziarno zbóż i wytworzona z niego mąka może zawierać od  $10^2$  do  $10^5$  jtk/g bakterii, w tym od  $10^2$  do  $10^3$  jtk/g bakterii kwasu mlekowego.

Zaszczepienie zakwasu przez dodatek 1-5% startera zwiększa liczbę bakterii mlekowych do  $10^7$  jtk/g i więcej, dlatego mikroflora zanieczyszczająca i ta obecna w mące mają niewielkie możliwości wzrostu. W pełnej dojrzałości fermentowanego ciasta żytniego może być ponad  $10^9$  jtk pałeczek mlekowych w 1 g, zaś liczba komórek drożdży może być nawet 50-100 razy niższa.

Wśród mikroflory ziaren zbóż zidentyfikowano wiele gatunków drożdży, m.in.: *Geotrichum candidum*, *Torulopsis holmii*, *Torulopsis candida* i *Trichosporon pullulans*, a także rodzaju *Saccharomyces*. Spośród pleśni wykryto przedstawicieli rodzajów *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium* i *Trichothecium*, które mogą spowodować niekorzystne zmiany podczas przechowywania ziarna ogólnie określane jako „stęchlizna”. Zanieczyszczenie mąki pleśniami zwykle mieści się w granicach  $10^3$ - $10^4$  jtk/g. Czyszczenie ziarna zmniejsza poziom zanieczyszczenia o jeden rząd logarytmiczny, co istotnie poprawia trwałość pieczywa [4, 28].

Wśród fermentujących mikroorganizmów pochodzących z powierzchni ziaren i z innych źródeł (np. powierzchni urządzeń i naczyń) zidentyfikowano bakterie rodziny *Enterobacteriaceae* (*Escherichia coli* i *Enterococcus faecalis*), przetrwalnikujące pałeczki gatunków *Bacillus cereus* i *Bacillus subtilis*, a także homofermentatywne i heterofermentatywne bakterie kwasu mlekowego. Zastosowanie jakiegokolwiek obróbki termicznej w celu eliminacji mikroflory niepożądaną przed procesem fermentacji nie jest możliwe ze względu na zmiany własności technologicznych skrobi i białek mąki. Dlatego skuteczny proces fermentacji mlekowej w podłożu zbożowym ma na celu zdominowanie niepożądaną mikroflory przez drożdże i bakterie mlekowe. Cel ten można osiągnąć przez stosowanie prawidłowych parametrów procesu fermentacji lub zastosowanie aktywnej kultury starterowej bakterii kwasu mlekowego [28].

Z uwagi na wielorodzajowość i wielogatunkowość mikroflory zakwasów piekarskich można stwierdzić, że wzajemne oddziaływanie pomiędzy bakteriami i drożdżami polegają na: współzawodnictwie o dostęp do składników pokarmowych, zdolności do fermentacji określonych cukrów, ale również



i symbiozie. Bakteriami prowadzącymi fermentację (niekoniecznie mlekową) są: *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Micrococcus* i *Bacillus*. Wspólnie z nimi w symbiozie żyją drożdże rodzaju *Saccharomyces*, które uczestniczą w fermentacji alkoholowej. W mikroflorze zakwasu żytniego obecnych jest wiele gatunków pałeczek mlekowych, ale tylko jeden do trzech z nich są dominujące. Pałeczki mlekowe, których obecność w zakwasach jest najczęściej stwierdzana, należą do obligatoryjnie homofermentatywnych gatunków takich jak: *Lb. acidophilus*, *Lb. farciminis*, *Lb. amylovorus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lb. amylovorus*, *Pediococcus acidilactici* i *Pediococcus pentosaceus*. Do grupy fakultatywnie heterofermentujących zaliczane są pałeczki gatunków *Lb. plantarum*, *Lb. casei*, *Lb. casei* subsp. *lactis* i *Lb. rhamnosus*, zaś do obligatoryjnie heterofermentujących należą pałeczki z gatunków: *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. brevis* var. *lindneri*, *Lb. fermentum*, *Lb. pontis*, *Lb. reuteri*, *Lb. johnsonii*, *Lb. fructivorans*, *Lb. alimentarius*, *Lb. frumenti*, *Leuconostoc mesenteroides* i *Leuc. fermenti* [8, 11, 12, 28].

## CHARAKTERYSTYKA SKŁADU KULTUR STARTEROWYCH STOSOWANYCH W PRZEMYSŁE PIEKARSKIM

Mikroorganizmami odpowiedzialnymi za przebieg fermentacji może być mikroflora naturalnie obecna w surowcu lub wyselekcjonowana i świadomie dodana jako kultura starterowa [4, 11]. Kultura starterowa wprowadzana jest do ciasta w celu zapoczątkowania w krótkim czasie fermentacji mlekowej przeprowadzanej przez bakterie kwasu mlekowego i fermentacji alkoholowej, za którą odpowiedzialne są drożdże [29].

Początkowo dodatek drożdży miał wspomagać proces naturalnego zakwaszania ciasta, a potem zaczął go wypierać. W XIX wieku naturalnego zakwaszania używano jedynie do wypieku chleba żytniego, zaś w produkcji chleba pszennego i mieszanego fermentacja opierała się głównie na drożdżach. Wykorzystanie w fermentacji tylko drożdży piekarskich (*Saccharomyces cerevisiae*) powoduje zdominowanie przez nie procesu, przy jednoczesnym ograniczeniu pracy bakterii mlekowych, a w konsekwencji zubożenie produktu w substancje cenne technologicznie i sensorycznie [33].

Drożdże piekarskie *Saccharomyces cerevisiae* są to drożdże tzw. górnej fermentacji o optymalnej temperaturze wzrostu 28-32°C przy pH 4-5. Ciasto przygotowuje się zwykle z dodatkiem drożdży w ilości 1-6%, zależnie od ilości nastawu. Drożdże są najczęściej stosowane w postaci sprasowanej biomasy (kostki) o 28-32% zawartości suchej substancji. Mogą być przechowywane w temperaturze 4°C przez 6-8 dni. Przed dodaniem do mąki są rozpuszczone w wodzie. Drożdże mogą też mieć formę płynną (po odwirowaniu biomasy i przemyciu z płynu pohodowlanego) zawierającą ok. 18% s.s. W tej formie drożdże są dostarczane codziennie do piekarni i powinny być wykorzystane w ciągu doby. Z logistycznych powodów, największe zastosowanie powinny mieć drożdże suszone ADY (Active Dry Yeasts), będące odwodnioną formą o zawartości suchej substancji ok. 92-96%. Mogą one być przechowywane przez rok. Drożdże suszone przed użyciem muszą być moczone w celu ich regeneracji poprzez rehydratację.

Wykorzystanie wyłącznie drożdży w procesie fermentacji ciasta jest możliwe tylko w przypadku ciasta pszennego, które

ze względu na odpowiednią ilość glutenu potrzebuje jedynie czynnika spulchniającego, którym jest CO<sub>2</sub> wytwarzany z ich udziałem. W przypadku mąki żytniej, której zawartość glutenu jest mniejsza i dodatkowo obecność śluzów uniemożliwia pęcznienie glutenu, same drożdże nie wystarczają. Śluzy nie ulegają przemianom w obecności drożdży, a do ograniczenia ich wpływu na lepkość ciasta wymagana jest fermentacja mlekowa. W obecności kwasu mlekowego śluzy są hydrolizowane i dopiero wtedy stanowią odpowiednie lepiszcze ciasta z mąki żytniej. Z tego powodu stosowane są bakterie fermentacji mlekowej (LAB, *lactic acid bacteria*), najczęściej pałeczki mlekowe, niekiedy także paciorkowce. Maksymalna temperatura fermentacji nie może jednak przekraczać 26-32°C, gdyż wyższa temperatura hamuje wzrost drożdży [2, 28].

Typowe kultury starterowe zakwasów zawierają 2x10<sup>7</sup> do 9x10<sup>11</sup> LAB w 1 g (dominującymi są bakterie rodzaju *Lactobacillus*) i 1, 7x10<sup>5</sup> do 8x10<sup>6</sup> drożdży w 1 g. Najczęściej w skład starterów wchodzi czyste kultury bakterii mlekowych takich jak: *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. sanfranciscensis* i drożdże *S. cerevisiae*. Kultury starterowe występują w formie różnych typów hodowli: jednogatunkowej (*single-species starter culture*) i wielogatunkowej (*multiple-species starter culture*). Startery jednogatunkowe zawierają jeden gatunek bakterii mlekowych (na przykład *Lb. sanfranciscensis*) lub jeden gatunek drożdży. Wielogatunkowa kultura starterowa zawiera w swoim składzie kilka gatunków bakterii kwasu mlekowego i/lub drożdży, jak na przykład: *Lb. sanfranciscensis* i *S. cerevisiae*. W ofercie jest także wiele kultur starterowych jednoszczepowych (*single-strain starter culture*), które stanowią najczęściej mikroflorę dodatkową probiotyczną [4, 26, 36].

Drożdże obecne w starterach tolerują niskie pH i zwykle tworzą symbiotyczne zależności z bakteriami mlekowymi. Drożdże, rozkładając białka, zwiększają zawartość aminokwasów stymulujących wzrost LAB, które z kolei produkują kwasy organiczne hamują wzrost niekorzystnej mikroflory konkurującej z drożdżami. Typowymi gatunkami drożdży wykorzystywanymi w zakwasach są *S. cerevisiae* i *Candida milleri*. Wiele szczepów drożdży zakwasu obecnie klasyfikowanych jako *C. milleri* wcześniej było klasyfikowanych jako *Torulopsis holmii*, niezarodnikująca forma *Saccharomyces exiguus*.

Wielogatunkowość mikroflory ciasta fermentowanego jest możliwa dzięki naturalnej tolerancji i symbiozie międzygatunkowej lub międzyrodzajowej. Konkurencyjność heterofermentatywnych pałeczek mlekowych w zakwasie jest wspierana przez ich charakterystyczną zdolność do użycia zarówno maltozy jak i akceptorów elektronu. Pałeczki mlekowe stwierdzane w tych systemach wytwarzają enzym fosforylaze maltozy, dzięki której mają zdolność fosforylacji maltozy do glukozy-1-fosforanu i glukozy bez wydatku ATP. Duża zawartość maltozy w zakwasie sprawia, że pałeczki mogą uwolnić glukozę do środowiska i użyć energicznie bardziej korzystnego szlaku do glukozy-1-fosforanu i dalej do glukozy-6-fosforanu. Istnieje symbioza między *C. milleri* i pałeczkami mlekowymi gatunku *Lb. sanfranciscensis* (poprzednio klasyfikowanych jako *Lb. sanfrancisco*) [2, 14, 28, 31]. *Lb. sanfranciscensis* wykorzystują tylko maltozę podczas fermentacji i uwalniają glukozę, która jest zużywana przez drożdże niezdolne do asymilowania maltozy. Z kolei drożdże *C. milleri* nie są zdolne do degradacji glukofruktozanów obecnych w mące i uwalniania fruktozy, która może być wykorzystana przez *Lb. sanfranciscensis*. W przypadku, gdy cała maltoza

zostanie zużyta, *Lb. sanfranciscensis* mogą wykorzystać glukozę, którą wcześniej uwolniły. Mechanizm poprawia konkurencyjność *Lb. sanfranciscensis* w symbiotycznym mikrobiologicznym systemie, gdyż glukoza uwolniona przez pałeczki mlekowe powoduje represję maltozy u konkurentów *Lb. sanfranciscensis* sprawiając, że *Lb. sanfranciscensis* są jedynymi użytkownikami maltozy w systemie [4, 28].

## ZNACZENIE MIKROORGANIZMÓW W WYPIEKU PIECZYWA NA ZAKWASIE

Wytworzenie chleba na zakwasie nie jest możliwe bez udziału mikroorganizmów, których zadaniem jest przemiana składników ciasta. W wyniku procesów fermentacyjnych bakterie fermentacji mlekowej oraz drożdże (naturalnie bytujące w mące lub celowo dodane w formie kultur starterowych) rozkładają wybrane składniki mąki (zachodzi np. hydroliza białek i wielocukrów). W efekcie następuje spulchnianie struktury ciasta, co skutkuje łatwiejszym jego pieczeniem i uzyskaniem miękkiego i smacznego mięksiszu chleba. Fermentacja mlekowa przyczynia się do zwiększenia wartości odżywczej, bezpieczeństwa i trwałości oraz do szerszego wykorzystania zbóż w produkcji żywności.

Wartość odżywcza pieczywa wzrasta poprzez aktywność fermentacyjną LAB, dzięki której zwiększona jest biodostępność mikroelementów związanych z kwasem fitynowym, w wyniku zwiększonej aktywności w niskim pH endogennej fitazy mąki. Użycie zakwasu opóźnia odpowiedź glikemiczną, czyli niższy poposiłkowy poziom glukozy i odpowiedź insuliny w organizmie człowieka. Zjawisko zmniejszenia biodostępności skrobi tłumaczone jest interakcją między skrobią i glutenem w warunkach obniżonego pH ciasta wywołanego produkcją kwasu mlekowego podczas fermentacji [28]. Inną korzyścią prowadzenia fermentacji mlekowej przez LAB jest uzyskanie efektów wirusobójczych i przeciwnowotworowych. Produkcja ciasta na zakwasie przedłuża trwałość pieczywa bez konieczności stosowania substancji przeciwplesenicznych i przeciwbakteryjnych lub przeciwczerstwieniowych [4]. Metabolity bakterii, oprócz właściwości tworzenia smaku i zapachu, hamują wzrost mikroorganizmów chorobotwórczych i gnilnych. Zjawisko hamowania tłumaczone jest kilkoma mechanizmami: produkcją kwasów organicznych, produkcją nadtlenu wodoru i innych substancji przeciwdrobnoustrojowych, obniżaniem wartości pH oraz potencjału oksydo-redukcyjnego. Produkcja kwasów organicznych obniża wartość pH poniżej 4,0, utrudniając wzrost mikroflory zanieczyszczającej. Kultury starterowe LAB są badane pod względem antagonistycznego działania wobec niepożądanego mikroflory [8, 28, 34].

Ważnym środkiem przeciwdrobnoustrojowym obecnym w cieście na zakwasie jest kwas octowy, który produkowany jest w wyniku heterofermentacji [4, 28]. Działanie kwasu octowego wspomagane jest kwasem mlekowym, który obniża pH i zwiększa procent niezdysonowanego kwasu octowego. Jak wiadomo, kwas octowy wykazuje działanie pleśniobójcze aktywniej niż jego sole (octany). W pełni dojrzałym razowym żytnim zakwasie z mąki żytniej razowej zawartość kwasu mlekowego może wynosić ponad 1%, zaś kwasu octowego – 0,05-0,2%. Także kwas kapronowy, produkowany przez LAB, przyczynia się do hamowania rozwoju grzybów w cieście [28, 35].

Antybakteryjne działanie kwasów opiera się na mechanizmie destabilizacji membrany cytoplazmatycznej i zahamowaniu aktywnego transportu. Z kolei produkowane bakteriocyny przez liczne szczepy bakterii kwasu mlekowego jak np.: *Lb. plantarum*, *Lb. reuteri*, wykazują aktywność wobec bakterii niepożądanych, w tym *Bacillus subtilis* [10, 28].

Technologiczne korzyści wynikające ze stosowania zakwasu w produkcji pieczywa obejmują hamowanie aktywności endogennej alfa-amylazy i innych enzymów oraz wzrost pęcznienia pentozanów, które z kolei polepszają zdolność zatrzymywania gazów, co umożliwia otrzymanie odpowiedniej struktury ciasta z mąki żytniej. W osiągnięciu tego celu sprzyja stosowanie amylopolitycznych szczepów pałeczek rodzaju *Lactobacillus*. Powodują one enzymatyczną modyfikację skrobi i zmniejszanie jej retrogradacji, a tym samym przedłużenie świeżości pieczywa. Dodatkowo, podczas fermentacji metabolity bakteryjno-drożdżowe takie jak kwas octowy, diacetyl i kwas masłowy tworzą odpowiedni bukiet smakowo-zapachowy produktu końcowego, poprawiając jego smakowość [18, 28].

## FUNKCJONALNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA KULTUR STARTEROWYCH W PIEKARSTWIE

Wykorzystanie kultur starterowych (starterów) umożliwia zaprojektowanie i kontrolowanie procesu fermentacji w taki sposób, aby produkt posiadał oczekiwane cechy sensoryczne i technologiczne. Zastosowanie starterów gwarantuje nie tylko powtarzalność technologiczną produktu, ale także możliwość poprawy jego cech funkcjonalnych. Moda i zapotrzebowanie na produkty o cechach funkcjonalnych są coraz większe, a uwzględniając chleb, jako produkt podstawowy w diecie człowieka, warto uczynić go produktem funkcjonalnym. Aby zwiększyć funkcjonalność pieczywa można stosować kultury starterowe zawierające probiotyczne szczepy bakterii lub drożdży [5, 21, 26, 37]. Głównym celem zastosowania szczepów probiotycznych jest wykorzystanie ich pozytywnego wpływu na organizm człowieka. Aby produkt mógł być uznany za probiotyczny, do jego produkcji musi być użyty szczep o udowodnionych właściwościach prozdrowotnych, takich jak stymulacja układu odpornościowego, którą wywołują między innymi szczepy: *Lb. casei* Shiota, *Lb. casei* DN 114001, *Lb. Johnsonie*, lub wiązanie cholesterolu przez *Lb. acidophilus* i *Bif. bifidum* [21, 26, 37]. Kryteria oceny tych właściwości określone zostały przez FAO/WHO. Dotyczą one zarówno badań klinicznych jak i technologicznych. Do wymagań, jakie muszą spełniać probiotyki, zalicza się ich pełną identyfikację fenotypową, szczególnie profil biochemiczny. Ważnym kryterium jest również działanie antagonistyczne wobec mikroflory patogennej, a także brak genów antybiotykooporności ulokowanych na niestabilnej cząsteczce DNA, jaką jest plazmid [3]. Poza tym ważne jest, by szczepy probiotyczne spełniały wymagania technologiczne, takie jak: przeżywalność podczas utrwalania kultur starterowych (zamrażanie, liofilizacja) i przeżywalność podczas produkcji. Wielu badaczy uważa jednak, że obecność żywych komórek probiotyków nie jest konieczna, gdyż inaktywowane formy również wykazują pewne działanie prozdrowotne, np. stymulują układ odpornościowy [22, 25, 27]. Dlatego wykorzystanie bakterii probiotycznych jako czynnika funkcjonalnego w procesie fermentacji ciasta przed wypiekiem, może polegać na kumulacji w produkcie prozdro-

wotnych metabolitów bakterii oraz obecności komórek bakteryjnych, które przetrwały termiczną obróbkę i mogą nadal wykazywać probiotyczną cechę stymulacji układu odpornościowego, jakie przypisuje się zarówno martwym jak i żywym komórkom probiotycznym. Dla przemysłu piekarskiego można zaproponować następujące szczepy probiotyczne: *Bif. animalis* subsp. *lactis* (szczepy: BB12, FK120, LKM512, DR10, BB536, SBT29-28), *Lb. rhamnosus* (szczepy: GG, 271, 1091), *Lb. acidophilus* (szczepy: La5, NCFM, CK120), *Lb. casei* (szczepy: Shirota, BL23, DN114), *Lb. paracasei* (szczep F19), *Lb. plantarum* (szczepy: 299v i ATCC8014) *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicus* (szczep M7 25-1), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (szczep L1A), *Pediococcus acidilactici* (szczep CNCM), *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* (szczep JS) [6, 9, 13, 19].

Oprócz bakterii probiotycznych, dostępne są także probiotyczne szczepy drożdży gatunków *S. boulardii* i *S. cerevisiae*. Szczepy probiotyczne tych gatunków podwyższają wartość odżywczą poprzez syntezę witamin z grupy B. Poza tym Roy i wsp. [23, 24] wykazali, że nie tylko żywe *S. cerevisiae*, ale także inaktywowane (ekstrakt drożdżowy) wykazują właściwości stymulacji układu immunologicznego i apoptozy komórek rakowych limfoblastów.

Zastosowanie kultur probiotycznych zarówno bakteryjnych jak i drożdżowych w przemyśle piekarskim może przyczyniać się do podwyższenia wartości odżywczych produktu, ale także może wpływać pozytywnie na jego cechy sensoryczne i teksturalne, co niewątpliwie powinno być sprawdzone w próbach technologicznych. Jak wykazał Tiekling i wsp. [30] wytwarzanie egzopolisacharydów (EPS) przez LAB podczas fermentacji ciasta może zastępować hydrokoloidy stosowane do nadawania tekstury, a ponadto są to substancje o charakterze prebiotycznym. Sześć spośród badanych przez nich szczepów wytwarzało EPS w granicach 0,5-2 g/kg mąki.

Piekarskie kultury starterowe mogą zawierać szczepy bakterii z rodzaju *Propionibacterium* sp., które pozwalają nie tylko naturalnie utrwalić lub ochronić produkt, poprzez opóźnienie kiełkowania zarodników pleśni, ale także korzystnie modyfikują jego cechy sensoryczne i teksturalne poprzez produkcję CO<sub>2</sub>. Poza tym, bakterie te uczestniczą w naturalnej biosyntezie witaminy B<sub>12</sub>. [16, 17]. Najczęściej jest to szczep podgatunku *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* o właściwościach probiotycznych. Bakterie gatunku *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* są zdolne do wytwarzania czynnika bifidogenego, który wzmacnia rozwój bifidobakterii, co predestynuje ten szczep do potencjalnego koegzystencjalnego połączenia z rodzajem *Bifidobacterium* [2, 15, 32].

Profilowanie składu funkcjonalnej kultury starterowej może być także realizowane na podstawie składu komórkowego mikroflory. Oprócz możliwości uwalniania mikroelementów z trwałych kompleksów chemicznych na skutek obniżenia kwasowości w procesie fermentacji, można wprowadzać wraz z komórką niezbędne dla życia człowieka pierwiastki. Wykazano, że *Lactobacillus*, *Lactococcus* i drożdże piekarskie wykazują zdolność akumulacji selenu nieorganicznego z podłoża. Pierwiastek ten ulega biotransformacji do białek w formie selenocysteiny i selenometioniny. Selenocysteina jest aminokwasem występującym w świecie zwierzęcym, zaś selenometionina w świecie roślinnym. Z czego selenocysteina jest wymieniana wśród 21 naturalnych aminokwasów białkowych. Wykorzy-

stując ten naturalny mechanizm przenoszenia cennego pierwiastka, można tworzyć kultury starterowe „nasycone” na etapie hodowania selenem w postaci selenoaminokwasów [1, 20].

Funkcjonalność pieczywa może być podwyższona nie tylko przez użycie bakterii lub drożdży, ale także przez wprowadzanie odpowiednich oligosacharydów lub wielocukrów o charakterze prebiotyków. Tego rodzaju wielocukry nie ulegają rozkładowi w górnej części układu pokarmowego człowieka, mogą być jednak rozkładane przez odpowiednie enzymy mikroflory jelita grubego. Substancje te są stymulatorami wzrostu bakterii pożytecznych bytujących w jelitach, w tym probiotycznych szczepów LAB. Substancjami takimi są m.in. rozpuszczalne substancje balastowe, oporna skrobia i niemetalizowane przez organizm ludzki cukry, oligo- i wielocukry. Potencjalne prebiotyczne składniki w zbożach to arabinoksyłan żyta i pszenicy oraz prawdopodobnie beta-glukan owsa i jęczmienia. Oprócz naturalnie występujących prebiotyków w ziarnach zbóż można je celowo dodawać przed wypiekiem. Do takich substancji należą m.in. inulina, oligofruktoza, galaktooligosacharydy i laktuloza [7, 28].

## PODSUMOWANIE

Skład kultury starterowej stosowany podczas wypieku pieczywa powinien gwarantować powtarzalną jakość, ale jednocześnie oryginalność regionalną i rodzajową pieczywa. Technologiczne korzyści stosowania kultur starterowych mogą być potęgowane przez funkcjonalne i prozdrowotne walory pieczywa na zakwasie.

## LITERATURA

- [1] Ambroziak W.: O możliwości suplementacji pieczywa na rzecz podniesienia jego wartości dietetycznej i odżywczej, Materiały szkoleniowe dla piekarzy, 2008, 24-37.
- [2] Bamforth C.W.: Food, Fermentation and Micro-organisms, Blackwell Science, 2005, 172-181.
- [3] Bardowski J.: Biologia molekularna w poznawaniu i ulepszaniu bakterii fermentacji mlekowej, W: Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J. red: Bakterie fermentacji mlekowej, Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie, Politechnika Łódzka, 1998, 26-52.
- [4] Blandinob A., Al-Aseeria M.E., Pandiellaa S.S., Canterob D., Webba C.: Cereal-based fermented foods and beverages, Food Res. Int., 2003, 36, 527-543.
- [5] Czerucka D., Rampal P.: Experimental effects of *Saccharomyces boulardii* on diarrheal pathogens, Microb. Infect., 2002, 4, 733-739.
- [6] Czerwionka-Szaflarska M., Romańczuk B.: Probiotyki – jakie, komu, kiedy? Przewodnik Lekarza, 2008, 11 (1), 214-221.
- [7] De Vrese M., Marteau P.R.: Probiotics and prebiotics: effects on diarrhea, J. Nutr., 2007, 137 (3 Suppl 2), 803S-811S.
- [8] Diowksz A.: Biokonserwacja pieczywa dzięki zastosowaniu zakwasu, Przegl. Piek. Cuk., 2004, 4, 6-8.
- [9] Enckevort F.H.J., Liu M., Siezen R.J.: Genome update: lactic acid bacteria genome sequencing is booming, Microbiol., 2005, 151 (12), 3811-3814.

- [10] Falek A., Zaręba D., Ziarno M.: Zastosowanie bakteriocyn bakterii mlekowych w mleczarstwie, *Ogólnopol. Inf. Mlecz.*, 2008, 1, 3-12.
- [11] Farnworth E.R.: *Handbook of Fermented Functional Foods*, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington 2003, 10-18.
- [12] Gawęcki J., Libudzisz Z.: *Mikroorganizmy w żywności i żywieniu*, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 2006, 61-62.
- [13] Isolauri E., Ouwehand A., Salminen S.: The role of the intestinal microflora for the development of the immune system in early childhood, *Eur. J. Nutr.*, 2002, 41 (1), 132-137.
- [14] Jay J.M.: *Modern Food Microbiology*, Aspen Publishers, 2000, 29-32.
- [15] Kaneko T.: A novel bifidogenic growth stimulator produced by *Propionibacterium freudenreichii*, *Biosci. Micr.*, 1999, 18, 73-80.
- [16] Kujawski M., Rymaszewski J., Łaniewska-Moroz Ł., Cichosz G.: Możliwości zastosowania bakterii fermentacji propionowej w przemyśle spożywczym, *Przem. Spoż.*, 1996, 50 (6), 35-37.
- [17] Kujawski M., Rymaszewski J., Łaniewska-Moroz Ł., Cichosz G., Fetliński A.: Wpływ fermentacji propionowej na tworzenie cech smakowo-zapachowych sera i twarogów, *Przegl. Mlecz.*, 1994, 10, 263-265.
- [18] Leroy F., De Vuyst L.: Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry, *Tr. Food Sci. Technol.*, 2004, 15, 67-78.
- [19] Libudzisz Z.: Żywność probiotyczna. W: *Mikroorganizmy w żywności i żywieniu*, red. Gawęcki J., Libudzisz Z.: Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, 2006, 93-103.
- [20] Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej, Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie, Politechnika Łódzka, 1998, 203-213.
- [21] Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej, Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie, Politechnika Łódzka, 2004, 75-83.
- [22] Ouwehand A.C., Salminen S., Isolauri E.: Probiotics: an overview of beneficial effects, *Ant. Leeuwenhoek*, 2002, 82, 279-289.
- [23] Roy M.K., Watanabe Y., Tamai Y.: Induction of apoptosis in HL-60 cells by skimmed milk digested with a proteolytic enzyme from the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *J. Biosci. Bioeng.*, 1999, 88 (4), 426-432.
- [24] Roy M.K., Watanabe Y., Tamai Y.: Induction of apoptosis in human leukemia (HL-60) cells by skimmed milk digested with a proteolytic enzyme purified from *Saccharomyces cerevisiae*, *Biotechnol. Techn.*, 1999, 13, 727-734.
- [25] Saarela M., Gunnar M.: Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties, *Biotechnol. Lett.*, 2000, 84, 197-215.
- [26] Saarela M., Magensen G., Fonden R., Mätto J., Mattila-Sandholm T.: Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties, *J. Biotechnol.*, 2000, 84, 197-215.
- [27] Salminen S., Ouwehand A., Benno Y., Lee Y.K.: Probiotics: how should they be defined? *Tr. Food Sci. Technol.*, 1999, 10, 107-110.
- [28] Salminen S., Wright A., Ouwehand A., Dekker M.: *Lactic Acid Bacteria, Microbiological and Functional Aspects*. Inc., New York, Basel, 2004, 431-453.
- [29] Staszewska E., Ambroziak Z., Janik M.: Kultury starterowe – ich funkcje i zastosowanie w produkcji chleba, *Przegl. Piek. Cuk.*, 1995, 7, 4-6.
- [30] Tiekling M., Korakli M., Ehrmann M.A., Gänzle M.G., Vogel R.F.: In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolates of lactic acid bacteria, *Appl. Environ. Microbiol.*, 2003, 69 (2), 945-952.
- [31] Truper H.G., De' Clari L.: Taxonomic note: Necessary correction of specific epithets formed as substantives (nouns) "in apposition", *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 1997, 47, 908-909.
- [32] Warmińska-Radyko I., Łaniewska-Moroz Ł., Babuchowski A.: Possibilities for stimulation of *Bifidobacterium* growth by propionibacteria, *Lait*, 2002, 82 (1), 113-121.
- [33] Włodarczyk M.: Biologiczne metody produkcji pieczywa – szanse zdrowotne i ekonomiczne, *Materiały szkoleniowe dla piekarzy*, 2008, 9-18.
- [34] Wojtatowicz, Chrzanowska J.: Antydrobnoustrojowa aktywność bakterii kwasu mlekowego, *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, 1998, 328, 39-59.
- [35] Zaręba D., Obiedziński M., Ziarno M.: Porównanie profilu lotnych związków mleka fermentowanego i niefermentowanego przez bakterie jogurtowe i szczepy probiotyczne, *Żywność*, 2008, 15 (3), 18-32.
- [36] Ziarno M.: Kultury starterowe w przetwórstwie żywności pochodzenia zwierzęcego, *Przem. Spoż.*, 2005, 4, 24-27, 52.
- [37] Ziarno M.: The influence of cholesterol and biomass concentration on the uptake of cholesterol by *Lactobacillus* from MRS broth, *Acta Sci. Pol. Technol. Alim.*, 2007, 6 (2), 29-40.

## THE TECHNOLOGICAL AND HEALTH-PROMOTING FUNCTIONALITY OF DOUGH FERMENTATION PROCESS – TRADITION AND SCIENTIFIC PROGRESS

### SUMMARY

*During breadmaking process there are two fermentations: ethanol fermentation, which is leaded by yeast, and lactic acid fermentation (homo- and heterofermentation) leaded by lactic acid bacteria. The fermentation process brings many technological and health benefits. Carbon dioxide, produced in alcohol fermentation, makes possible growth of the dough and conditions porosity of bread crumb. However methabolites of lactic acid bacteria like lactic acid and acetic acid, influence on taste and flavour of bread and make its shelf live longer. Using probiotic starter cultures of lactic acid bacteria and yeast in breadmaking process makes higher the nutrition facts and influences positively on human organism.*

Dr inż. Monika HOFFMANN  
Mgr inż. Małgorzata GÓRNICKA  
Dr inż. Hanna JĘDRZEJCZYK

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

# ZAMIENNIKI BIAŁKA ZWIERZĘCEGO – TECHNOLOGIA, WARTOŚĆ ODŻYWCZA, MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA

## Część I

### NIETRADYCYJNE ŹRÓDŁA BIAŁKA – PRODUKTY SOJOWE FERMENTOWANE®

*Soja jest najczęściej wykorzystywanym substytutem białka zwierzęcego na świecie, cechuje ją wysoka wartość odżywcza i wszechstronne możliwości zastosowania. Fermentowane produkty otrzymywane z soi, od setek lat spożywane w krajach azjatyckich, w Europie i Ameryce stopniowo zyskują uznanie ze względu na wyrazisty i charakterystyczny smak, który umożliwia urozmaicenie posiłków oraz ze względu na wysoką zawartość składników odżywczych, w tym białka i nienasyconych kwasów tłuszczowych, a także składników bioaktywnych o prozdrowotnym oddziaływaniu.*

#### WSTĘP

Ograniczenie spożycia mięsa i innych produktów pochodzenia zwierzęcego przez osoby dorosłe uważane jest obecnie za postępowanie dietetyczne przynoszące korzyści zdrowotne jako prewencja wielu chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza niedokrwiennej choroby serca [32]. Badania naukowe prowadzone zarówno wśród radykalnych wegetarian, jak i semiwegetarian, dowodzą że w grupach tych ryzyko zachorowalności na choroby cywilizacyjne oraz zgonów nimi wywołanych jest niższe niż u tradycyjnie odżywiających się konsumentów, co związane jest zarówno z ograniczeniem spożycia produktów pochodzenia zwierzęcego, jak i większym spożyciem owoców, warzyw i innych pokarmów roślinnych oraz zdrowszym trybem życia [24].

Wykluczenie z diety mięsa oraz innych produktów zwierzęcych, np. jaj, mleka i jego przetworów wiąże się z obniżeniem jakości spożywanego białka, przede wszystkim zaś z deficytem białka pełnowartościowego, zawierającego wszystkie aminokwasy egzogenne, jak również z ograniczoną jego strawnością.

Najczęściej stosowanym substytutem białka zwierzęcego na świecie jest soja [9]. Jej nasiona zawierają około 40% białka, w którym występują w znaczących ilościach wszystkie aminokwasy egzogenne [15]. Soja charakteryzuje się umiarkowaną zawartością tłuszczu całkowitego i niską – nasyconych kwasów tłuszczowych [1]. Jest przy tym dobrym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, steroli, lecytyny i witaminy E oraz deficytowych w dietach wegetariańskich składników, takich jak kwas foliowy, wapń, żelazo i cynk. Zawiera także składniki o działaniu antyoksydacyjnym –  $\beta$ -karyoten, witaminę C, selen, kwasy fenolowe oraz flawonoidy [21, 19]. Według przeprowadzonych przez FDA badań spożywanie produktów zawierających soję obniża zawartość cholesterolu we krwi i zmniejsza ryzyko zachorowań na choroby układu krążenia. Zawarte w soi izoflawony wykazują właściwości antyoksydacyjne w stosunku do frakcji LDL cholesterolu,

działanie przeciwzakrzepowe oraz poprawiają funkcjonowanie naczyń krwionośnych i obniżają ciśnienie tętnicze krwi, a także zmniejszają negatywne skutki menopauzy [25]. Soja, dzięki zawartości izoflawonów (genisteiny i diadzeiny), saponin, sitosterolu i innych składników aktywnych działa prewencyjnie w chorobach nowotworowych [30].

Na bazie soi (poza olejem) produkuje się przede wszystkim: mąkę, koncentraty i izolaty sojowe, tekstury, mleko i napoje sojowe, tofu oraz szereg wyrobów wytwarzanych w wyniku procesu fermentacji ziarna sojowego, takich jak: sosy sojowe, sufu, miso, czy tempeh [23, 24, 15]. Proces fermentacji soi pozwala zwiększyć walory sensoryczne, trwałość, a także wartość odżywczą uzyskanych tą metodą produktów. Na skutek namaczania, obróbki termicznej i procesu fermentacji usuwane zostają obecne w surowej soi związki antyodżywcze – jak na przykład fityniany. Proces fermentacji poprawia biodostępność cynku i żelaza oraz powoduje wzrost zawartości witamin, głównie z grupy B [6]. Produkty fermentowane, spożywane powszechnie w krajach azjatyckich, dzięki wysokiej wartości odżywczej, zawartości składników prozdrowotnych oraz często ciekawej charakterystyce sensorycznej stanowią nie tylko źródło wysokiej jakości białka w dietach wegetarian, ale pozwalają na urozmaicenie i wzbogacenie diet tradycyjnych.

**Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikom informacji w zakresie dokonującego się postępu technologicznego, w żywieniu ludzi w Europie i Ameryce z wykorzystaniem fermentowanych produktów sojowych.**

#### PRODUKTY SOJOWE FERMENTOWANE

**Tempeh** – to tradycyjny indonezyjski produkt, w którym ziarna soi zespolone są ze sobą przez strzępki białej grzybni. Otrzymywany jest z fermentowanych ziaren soi i ewentualnie innych warzyw strączkowych oraz ziarna zbóż przy udziale grzybów z klasy *Zygomycetes*, najczęściej szczepu *Rhizopus oligosporus* [2].



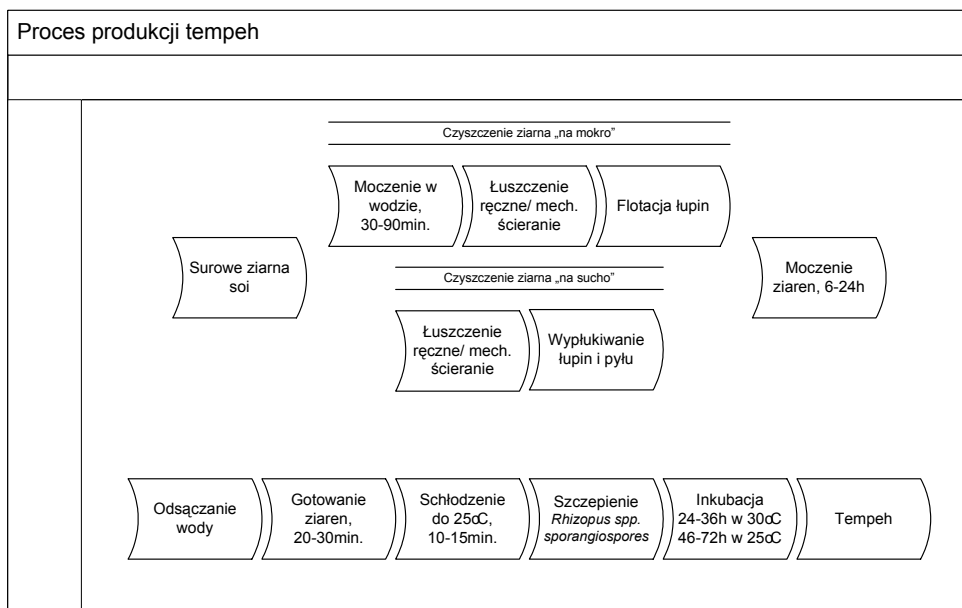
Rys. 1. Tempeh [http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Tempeh\_tempe.jpg].

Tempeh zawiera około 20% białka (40-50% w przeliczeniu na suchą masę) i około 11% tłuszczu, w którym dominują kwasy nienasycone. Jest dobrym źródłem błonnika, zawiera witaminy z grupy B, magnez, potas i żelazo oraz składniki aktywne typowe dla soi – izoflawonoidy i saponiny [28]. Tempeh wykazuje działanie antyoksydacyjne i antykancerogenne [8], działa hipolipidemicznie, a ze względu na wysoką zawartość izoflawonów – antyaterogenne [10].

[5]. W nowoczesnych metodach produkcji tempeh (na skalę przemysłową) podczas namaczania ziaren stosuje się bakterie mlekowe, które zapobiegają powstawaniu przetrwalników i poprawiają jakość produktu finalnego [2].

Do zainicjowania procesu fermentacji niezbędny jest dodatek startera. W produkcji tempeh najczęściej stosowane są sporangiospores pozyskane z pleśni *Rhizopus oligosporus* [29]. Ilość dodawanego szczepu jest bardzo ważna i decyduje

o jakości gotowego produktu. Zbyt niski dodatek powoduje nierówny wzrost tempeh, dłuższy czas fermentacji i zwiększa ryzyko zanieczyszczenia przetrwalnikami bakterii. Zbyt duża dawka startera jest przyczyną wzrostu temperatury wewnątrz produktu i przedwczesnej inaktywacji szczepu. Proces fermentacji zapewnia rozkład enzymatyczny zawartych w soi składników. W konsekwencji wzrasta zawartość wolnych aminokwasów, rozpuszczalnych w wodzie związków azotowych, kwasów tłuszczowych oraz witamin. Wyżej wymienione zmiany nadają finalnemu produktowi pożądany, charakterystyczny smak i zapach oraz ciastowatą konsystencję [18].



Rys. 2. Schemat procesu produkcji tempeh [16].

Produkcja tradycyjnego tempeh rozpoczyna się od namaczania i gotowania ziarna soi przez około 30 minut. Ugotowane ziarna odsączają się, oddziela od nich łuskę i rozdrabnia. W przypadku produkcji na skalę przemysłową, stosuje się metodę obróbki ziarna na sucho. Kolejnym etapem wytwarzania jest moczenie ziarna i jego odsączanie. W procesach obróbki wstępnej zwiększa się zawartość suchej masy w ziarnie, niszczone są substancje antyodżywcze oraz stworzone zostają warunki sprzyjające aktywności mikrobiologicznej organizmów biorących udział w późniejszej fermentacji. Ugotowane, wystudzone ziarno zakwasza się kwasem mlekowym lub octowym, a następnie poddaje fermentacji i inkubacji przez 24 do 72 godzin, w zależności od zastosowanej temperatury

Szczep *Rhizopus oligosporus* oprócz enzymu fitazy rozkładającego wyżej wymienione substancje, produkuje również ergosterol, z którego po przekształceniu powstaje witamina D<sub>2</sub> [3].

Ze względu na charakterystyczny grzybowy smak i dobrą absorpcję zapachów tempeh stosuje się głównie do produkcji sosów do spaghetti, zup, sałatek, ostrych potraw, a także zapiekanek i wegetariańskich burgerów, klopsów i bekonu. Może być on duszony, smażony w głębokim oleju, marynowany lub suszony w celu użycia go jako dodatku do innych potraw [16]. Jako półprodukt do wykorzystania w warunkach domowych często występuje w zalewie z sosu sojowego lub w formie mrożonej [28]. Świeży tempeh powinien być przechowywany w temperaturze chłodniczej maksymalnie do 10 dni, w stanie zamrożonym zachowuje dobrą jakość przez kilka miesięcy.

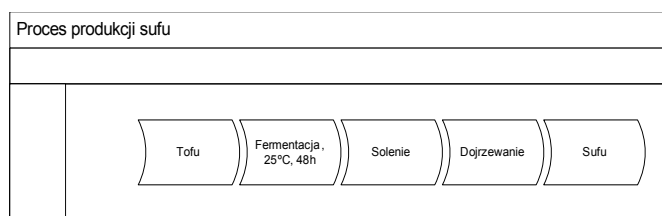
### Sufu

Sufu, nazywane również furu, jest powszechnie spożywanym w Chinach tradycyjnym produktem, który w ostatnich latach zaistniał też na rynkach zachodnich [7, 12]. Jest to produkt seropodobny, który może być wykorzystywany w tych samych zastosowaniach co sery dojrzewające



Rys. 3. Czerwone sufu [6].

Sufu zawiera w swoim składzie do 17% białka, od 7 do 12% tłuszczu, jest źródłem wapnia (100-230 mg), żelaza (7-16 mg) i witamin z grupy B [6, 26]. Sufu wytwarzane jest z tofu fermentowanego pleśniami szczepu *Actinomucor elegans* lub *A. taiwanensis*. Proces fermentacji trwa od kilku do kilkunastu dni, a uzyskana masa, tzw. pizi, poddawana jest procesowi solenia aż do uzyskania około 16% stężenia soli. Kolejnym etapem wytwarzania sufu jest dojrzewanie w zalewie przypraw i substancji aromatyczno-smakowych które trwa od 3 do 6 miesięcy. Zachodząca w czasie dojrzewania hydroliza białka powoduje wydzielenie wolnych aminokwasów, amin i amoniaku, co skutkuje charakterystycznym, intensywnym zapachem finalnego produktu i serowatą konsystencją. Czas dojrzewania zależy głównie od zawartości soli w produkcie i wydłuża się proporcjonalnie do jej udziału. Średnia zawartość soli w gotowym produkcie wynosi ponad 10% i decyduje o wielu właściwościach gotowego produktu. Oprócz nadawania mu charakterystycznego smaku, jest odpowiedzialna również za kontrolę aktywności enzymów i zmiany biochemiczne w produkcie [7, 26].



Rys. 4. Schemat procesu produkcji sufu [7].

W zależności od regionu pochodzenia oraz smaku i koloru wyróżnia się gatunki sufu czerwonego, białego i szarego. Smak, zapach i wygląd sufu mogą być łatwo modyfikowa-

ne poprzez dodatek odpowiednich składników zalewy. Kolor czerwony otrzymuje się poprzez dodanie barwnika angkak lub kojik (barwnik pozyskiwany z czerwonego ryżu), napoju alkoholowego do zawartości 5% w gotowym produkcie, cukru, chiang (miso powstałego z pszenicy) oraz charakterystycznych przypraw [7]. Ten rodzaj sufu jest najbardziej popularny i cieszy się zainteresowaniem wśród konsumentów ze względu na swój ciekawy kolor i wyrazisty smak [12]. Białe sufu otrzymuje się poprzez dodatek napoju alkoholowego, a sufu szare poprzez dodanie specjalnej mieszanki przypraw, lecz bez dodatku alkoholu [7].

## WYSOKOBIAŁKOWE PRODUKTY SOJOWE WYKORZYSTYWANE JAKO SOSY I PASTY

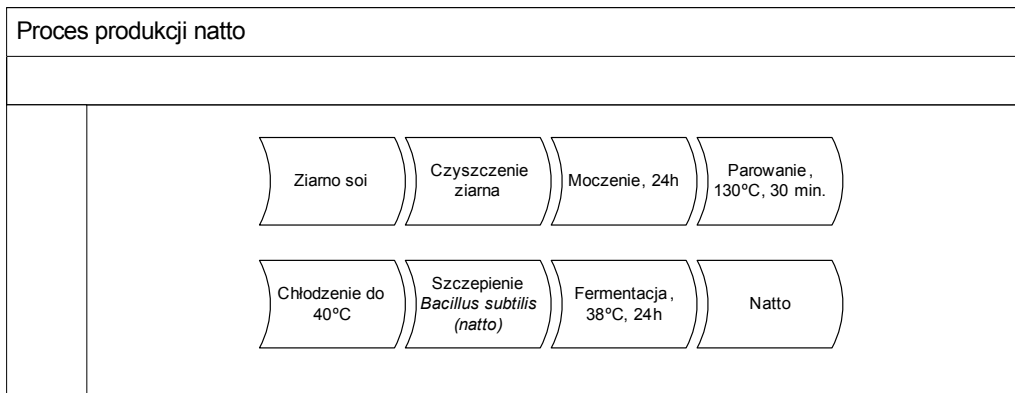
**Natto** to produkt od wieków tradycyjnie spożywany w Japonii, popularny też w Korei, Chinach i Tajlandii, gdzie używane jest przede wszystkim jako dodatek do ryżu lub warzyw. Pozyskiwane jest na skutek fermentacji odparowanych ziaren soi przy użyciu szczepu bakterii *Bacillus subtilis natto*. W wyniku fermentacji aminokwasów powstaje kleista, lepka masa o intensywnym, serowym zapachu z silnie wyczuwalną nutą amoniakalną. W postaci suszonej ma mniej intensywny zapach i może być stosowane jako przekąska lub dodatek do jogurtów i sałatek.



Rys. 5. Natto [http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Natto\_boxed.jpg].

Natto charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, zawiera 18% łatwo przyswajalnego białka, 11% tłuszczu, głównie kwasów wielonienasyconych i 5% błonnika. Jest bogatym źródłem wapnia, magnezu, potasu oraz witaminy B<sub>2</sub> [28].

Proces otrzymywania natto obejmuje namaczanie ziaren soi w celu podwojenia początkowej wagi surowca. Następnie, ziarna są parowane w temperaturze 130°C, a po schłodzeniu szczepione *Bacillus subtilis (natto)* i inkubowane w 38°C przez 24 godziny [5]. Podczas fermentacji następuje rozkład białka do wolnych aminokwasów, dzięki czemu powstały produkt charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą oraz zawartością składników prozdrowotnych – witamin, enzymów i aminokwasów.



**Miso** jest jednym z najlepiej znanych fermentowanych produktów sojowych spożywanych w Japonii, a jego popularność stale wzrasta, również poza granicami tego kraju. Charakteryzuje się pastowatą, smarowną konsystencją i słono-słodkim smakiem. Pasta miso stosowana jest jako baza do zup, sosów i marynat do mięsa, ryb i warzyw, a także jako przyprawa. W skład suchej masy miso wchodzi: węglowodany – 45%,

Rys. 6. Schemat procesu produkcji natto [5].

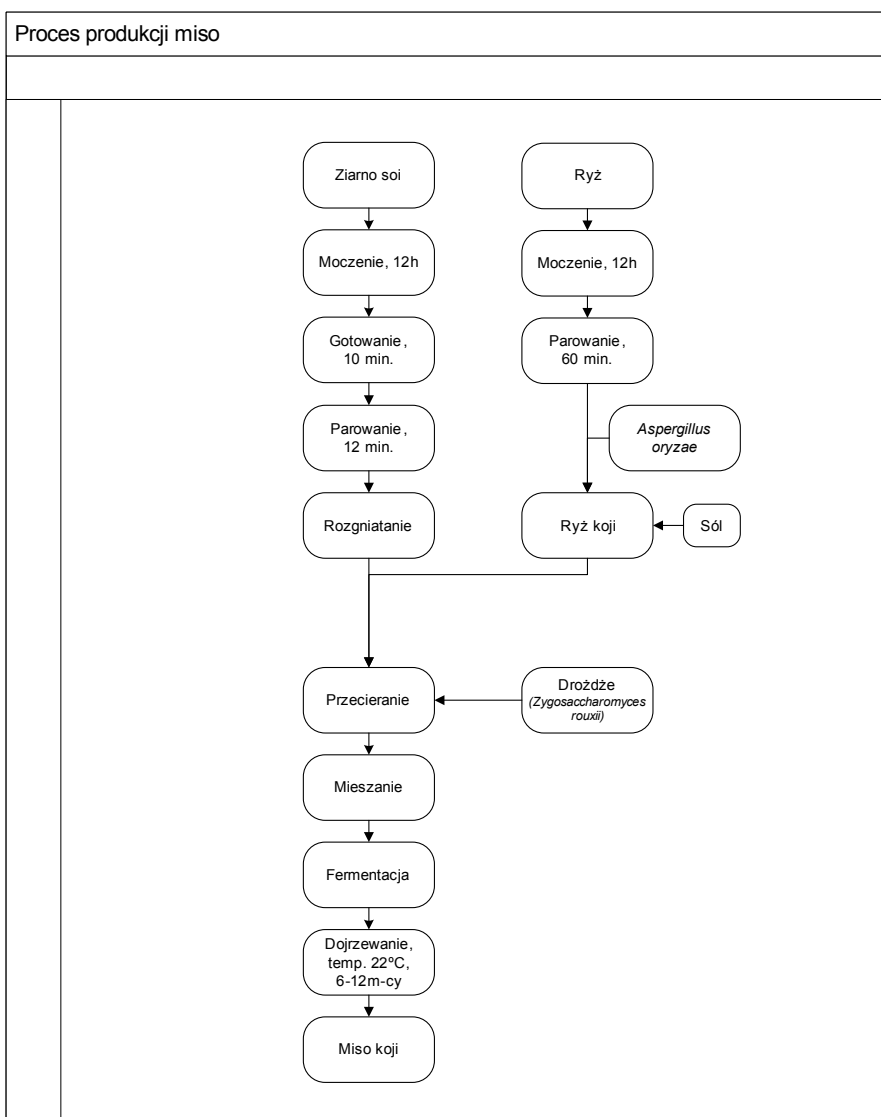
Spożycie natto postrzegane jest jako korzystne dla zdrowia – wykazuje działanie antykancerogenne oraz zapobiega utracie masy kostnej poprzez zwiększenie cyrkulacji witaminy K w organizmie. Obecna w natto natokinaza zapobiega powstawaniu zakrzepów krwi, co jest czynnikiem prewencji chorób układu krwionośnego [27, 22]. Charakterystyczne cechy sensoryczne tego produktu sprawiają, że pomimo znaczącej zawartości składników aktywnych, natto nie cieszy się popularnością w krajach zachodnich.

białko – 20%, popiół – 25% i tłuszcze – 10% [17]. Ze względu na wysoką zawartość białka oraz obecność witaminy B<sub>12</sub> powstającej podczas fermentacji, stosowane jest ono często jako analog mięsa w dietach wegetariańskich. Miso jest źródłem magnezu i cynku oraz znacznych ilości izoflawonów, które wykazują działanie antykancerogenne [31].

Pasta miso powstaje na skutek ugniatania mieszanki ziaren soi z ewentualnym dodatkiem ryżu, pszenicy lub jęczmienia, która następnie jest fermentowana w solance o zawartości

NaCl około 12% [20]. W czasie następującego potem około pięćdziesięciodniowego dojrzewania pasty, białko rozkładane jest do wolnych aminokwasów i krótkołańcuchowych polipeptydów, co nadaje mu charakterystyczne cechy smakowo-zapachowe. Pasta, która dojrzewa dłużej niż 12 miesięcy stosowana jest jako przyprawa dodawana do gotowych dań [17]. Podczas produkcji miso, oprócz szczepu *Aspergillus oryzae* dodawanego do ryżu, zaangażowane są również odporne na działanie soli bakterie mlekowe, w szczególności halofilny szczep *Tetragenococcus halophila*. Warunkuje on produkcję kwasów, a więc obniżenie pH, wytwarzanie pożądanego aromatu i maskowanie zapachów niepożądanych, a także wzrost drożdży. Za utrzymanie jasnego koloru past odpowiedzialny jest szczep *Enterococcus faecalis*, występujący głównie w początkowej fazie fermentacji. Negatywny wpływ na zapach oraz brązowy kolor miso wywołuje zanieczyszczający produkt szczep *Bacillus subtilis*. Do past, w których ogranicza się udział soli kuchennej dodawane są bakterie kwasu mlekowego. Zabezpieczają one produkt przed rozwojem niepożądanych bakterii [20]. Komercyjnie dostępne pasty miso mogą być dodatkowo utrwalane przez pasteryzację.

Metodą fermentacji ziaren soi, zwykle z dodatkiem zbóż, wytwarzane są również tradycyjnie stosowane w kuchni azjatyckiej sosy sojowe. **Shoyu** to brązowy sos pozyskiwany z mieszanki ziaren soi i zbóż poddanych procesowi dwustopniowej fermentacji. Tradycyjna metoda produkcji sięga



Rys. 7. Schemat procesu produkcji miso [31].

ga setek lat i opiera się na 6-8 miesięcznej fermentacji przy



użyciu szczepu *Aspergillus oryzae* i *A. sojae*, które przekształcają trudne do strawienia białka, skrobię i tłuszcze w łatwo wchłaniane wolne aminokwasy, cukry proste i kwasy tłuszczowe [13]. Wartość odżywcza shoyu nie jest wysoka, sos zawiera jedynie 5% białka, jest ubogi w isoflawonoidy i zawiera nawet do 17% chlorku sodu [11]. Podstawową funkcją shoyu jest aromatyzowanie potraw. Za jego odpowiedni aromat odpowiedzialny jest szczep drożdży *Zygosaccharomyces rouxii*, który wywołuje fermentację alkoholową i skraca całkowity czas trwania fermentacji. Ze względu na różną konsystencję, charakterystyczny aromat i barwę wyróżnia się pięć rodzajów shoyu. Różnice w poszczególnych typach wynikają z proporcji ziaren soi do zbóż, zawartości soli oraz z zastosowania różnych parametrów procesu fermentacji. Innym tradycyjnym sosem sojowym jest **tamari**, wytwarzane przez dodanie wody do miso. Uzyskany sos jest dość gęsty, ciemno zabarwiony, o intensywnym, bogatym aromacie i słonym smaku. Występuje w wersji z pszenicą lub może być wytwarzany bez jej udziału. Tamari zawiera około 10% białka oraz znaczące ilości niacyny i magnezu, jednakże biorąc pod uwagę wielkość spożycia, limitowaną intensywnym smakiem, aromatem oraz zawartością soli, tamari nie może być traktowane jako źródło białka w diecie.



**Rys. 8.** Pasta miso. [<http://1tess.files.wordpress.com/2008/04/3miso6721.jpg>; <http://sushiginger.en.alibaba.com/product/50338870/51458407/Miso.html>]

## PODSUMOWANIE

Fermentowane produkty sojowe, będące źródłem wartościowego białka, a także licznych substancji prozdrowotnych stanowią interesującą grupę produktów skierowaną nie tylko do vegetarian, których populacja systematycznie wzrasta, ale również do konsumentów, którzy ograniczają spożycie czerwonego mięsa. Do zainteresowanych tego typu produktami zaliczyć należy także konsumentów okazjonalnie spożywających posiłki bezmięsne oraz poszukujących nowych produktów. Biorąc pod uwagę wysoką wartość odżywczą fermentowanych sojowych zamienników białka zwierzęcego i ich stosunkowo niewielką popularność, wydaje się słuszne rozpowszechnianie wiedzy na temat możliwości ich zastosowania i pozytywnego wpływu na zdrowie.

## LITERATURA

- [1] Fang C.Y., Tseng M., Daly M.B.: Correlates of soy food consumption in women at increased risk of breast cancer, *Journal of the American Dietetic Association*, 2005, t. 105, nr 10, 1552-1558.
- [2] Feng M.F., Eriksson A.R.B., Schnuerer J.: Growth of lactic acid bacteria and *Rhizopus oligosporus* during barley tempeh fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, 2005, t. 104, s. 249-256.
- [3] Feng M.F., Passoth V., Eklund-Jonsson C., Alminger M.L., Schnuerer J.: *Rhizopus oligosporus* and yeast co-cultivation during barley tempeh fermentation- nutritional impact and real-time PCR quantification of fungal growth dynamics, *Food Microbiology*, 2007, t. 24, s. 393-402.
- [4] Fridman M. i Brandon D.: Nutritional and health benefits of soy proteins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 49, s. 1069-1086.
- [5] Gibbs B. F., Zougman A., Masse R., Mulligan C.: Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food, *Food Research International*, 2004, t. 37, s. 123-131.
- [6] Han B.-Z.: Characterization and product innovation of sufu, a Chinese fermented soybean food – Ph.D. thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 2003.
- [7] Han B.-Z., Rombouts F.M., Nout M.J.R.: Amino acid profiles of sufu, a Chinese fermented soybean food, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2004, t. 17, s. 689-698.
- [8] Hoppe M.B., Jha H.C., Egge H.: Structure of an antioxidant from fermented soybean (tempeh), *JAOCs*, 1997, t. 74, nr 4, s. 477-479.
- [9] Huang Y.-C., Lin W.-J., Cheng C.-H., Su K.-H.: Nutrient intakes and iron status of healthy young vegetarians and nonvegetarians, *Nutrition Research*, 1999, t. 19, nr 5, s. 663-674.
- [10] Karyadi D., Lukito W.: Functional food and contemporary nutrition-health paradigm: tempeh and its potential beneficial effects in disease prevention and treatment, *Nutrition*, 2000, t. 16, nr 7/8, s. 697.



- [11] Kobayashi M., Hayashi K.: Supplementation of NaCl to starter culture of the soy yeast *Zygosaccharomyces rouxii*, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 1998, t. 85, nr 6, s. 642-644.
- [12] Li-Jun Y., Li-Te L., Zai-Gui L., Tatsumi E., Saito M.: Changes in isoflavone contents and composition of sufu (fermented tofu) during manufacturing, *Food Chemistry*, 2004, t. 87, s. 587-592.
- [13] Lioe H.N., Wada K., Aoki T., Yasuda M.: Chemical and sensory characteristics of low molecular weight fractions obtained from three types of Japanese soy sauce (shoyu) – Koikuchi, tamari and shiro shoyu, *Food Chemistry*, 2007, t. 100, nr 4, s. 1669-1677.
- [14] Liu K.S., Hsieh F.-H.: Protein-protein interactions in high moisture-extruded meat analogs and heat-induced soy protein gels, *Journal of American Oil Chemistry Soc.*, 2007, t. 84, s. 741-748.
- [15] Mejia E., Lumen B.: Soybean bioactive peptides: a new horizon in preventing chronic disease, *Sexuality reproduction and menopause*, 2006, t. 4, nr 2, s. 1-5.
- [16] Nout M.J.R., Kiers J.L.: Tempe fermentation, innovation and functionality: update into third millennium, *Journal of Applied Microbiology*, 2005, t. 98, s. 789-805.
- [17] Ogasawara M., Yamada Y., Egi M.: Taste enhancer from the long-term ripening of miso (soybean paste), *Food Chemistry*, 2006, t. 99, s. 736-741.
- [18] Ogawa Y., Tokumasu S., Tubaki K.: An original habitat of tempeh molds, *Mycoscience*, 2004, t. 45, s. 271-276.
- [19] Omoni A. i Aluko R.: Soybean foods and their benefits: potential mechanisms of action, *Nutrition Reviews*, 2005, 63, 8, s. 272-283.
- [20] Onda T., Yanagida F., Uchimura T., Tsuji M., Ogino S., Shinohara T., Yokotsyka K.: Widespread distribution of the bacteriocin-producing lactic acid cocci in miso-paste products, *Journal of applied microbiology*, 2002, t. 92, s. 695-705.
- [21] Rajaram S., Sabate J.: Health benefits of vegetarian diet, *Nutrition Volume*, t. 16, nr 7-8, s. 531-533, *Technology*, 2000, t. 212, s. 349-354.
- [22] Rajendran R., Ohta Y.: Binding activity of natto and *Bacillus natto* isolates to mutagenic-carcinogenic heterocyclic amines, *Canadian Journal of Microbiology*, 2001, t. 47, nr 10, s. 935-942.
- [23] Sabate J.: *Vegetarian Nutrition*. CRC Press, Boca Raton, 2001, s. 22-29, 334-353, 495-500.
- [24] Sadler M.J.: Meat alternatives- market developments and health benefits, *Trends in Food Science and Technology*, 2004, t. 15, s. 250-260.
- [25] Stein K.: FDA approves health claim labeling for foods containing soy protein, *Practice points: Translating Research Into Practice*, 2000, t. 100, nr 3, s. 292.
- [26] Teng Der-Fend, Lin Chyi-Shen, Hsieh Pao-Chuan: Fermented tofu: Sufu and stinky tofu. In: *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*, CRC Press, 2004, 571-582.
- [27] Tsumamoto Y., Ichise H., Kakuda H., Yamaguchi M.: Intake of fermented soybean (natto) increases circulating vitamin K2 and  $\gamma$ -carboxylated osteocalcin concentration in normal individuals. *Journal of Bone and Mineral metabolism*, 2000, t. 18, s. 216-222.
- [28] USDA National Nutrient Database: [www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl](http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl).
- [29] Van Thanh N.: Dormancy, activation and viability of *Rhizopus oligosporus* sporangiospores 2004. [www.cabi.org](http://www.cabi.org), internet, 6.04.2008.
- [30] Venter Ch.: Health benefits of soy beans and soy products: a review. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences*, 1999, 27, 1, 24-33.
- [31] Yamabe S., Kobayashi-Hattori K., Kaneko K., Endo H., Takita T.: Effect of soybean varieties on the content and composition of isoflavone in rice-koji miso, *Food Chemistry*, 2007, t. 100, nr 1, s. 369-374.
- [32] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: *Wegetarianizm w świetle nauki o żywności i żywieniu*, Instytut Danone, Fundacja promocji zdrowego żywienia, Warszawa, 1997, s. 10-15, 45-51, 128-129, 133-141, 150-159.

## ANIMAL PROTEIN SUBSTITUTES – TECHNOLOGY, NUTRITION VALUE, USAGE

### Part I

## NON-TRADITIONAL SOURCES OF PROTEIN – FERMENTED SOYBEAN PRODUCTS

### SUMMARY

*Soybean is the most commonly used animal protein substitute globally. It has high nutrition value and can be made into a variety of foods. Fermented soybean products, traditionally consumed in Asia, gradually become popular in Europe and America, as a result of their rich and specific flavor and high content of protein, unsaturated fatty acids and bioactive compounds beneficial for health.*

Dr inż. Katarzyna TARNOWSKA  
 Dr Marta ŁOBACZ  
 Prof. dr hab. Bolesław KOWALSKI  
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## IMMOBILIZACJA FIZYCZNA LIPAZ

### Część II

## IMMOBILIZACJA LIPAZ PRZEZ PUŁAPKOWANIE®

W tej części artykułu przedstawiono problematykę immobilizacji fizycznej lipaz obejmującą techniki zamykania w sieci żelu, w mikro (makro) emulsjach, kapsułkowanie oraz otoczkowanie. Przedyskutowano wpływ procesu immobilizacji na aktywność, stabilność oraz selektywność unieruchomionych enzymów.

### WPROWADZENIE

Lipazy (EC 3.1.1.3), hydrolazy estrów gliceryny, należą do najczęściej stosowanych biokatalizatorów w syntezie chemicznej, zarówno w skali laboratoryjnej jak i przemysłowej [3, 16]. O atrakcyjności biotransformacji z udziałem lipaz, jak też i innych enzymów, w porównaniu z klasycznym procesem chemicznym decyduje szereg właściwości, m.in. łagodne warunki reakcji, energooszczędność, możliwość przeprowadzenia reakcji trudnych bądź niemożliwych do wykonania metodami chemicznymi, wykorzystanie regio- i stereoselektywności biokatalizatorów. Lipazy stosowane są w katalizie w postaci rozpuszczalnej lub immobilizowanej. Enzymy immobilizowane wykazują szereg zalet, a do najważniejszych należą: możliwość wielokrotnego zastosowania oraz znaczne uproszczenie metodyki wydziałania produktów. Wybór metody immobilizacji i związana z tym ostateczna forma enzymu, w wielu przypadkach narzuca ograniczenia jego praktycznego zastosowania.

#### Immobilizacja enzymów

Immobilizacja polega na związaniu białka enzymatycznego z nośnikiem nierozpuszczalnym w środowisku reakcji, bądź też na zamknięciu enzymu w przestrzeni ograniczonej strukturą żelu lub membraną (rys. 1).

Wśród technik immobilizacji można wyróżnić procedury unieruchamiania enzymów poprzez wiązanie kowalencyjne (metody chemiczne) oraz wiązanie niekowalencyjne (metody fizyczne). Do grupy pierwszej zaliczymy techniki wiązania kowalencyjnego białek enzymatycznych z nośnikiem oraz sieciowanie białka rozpuszczonego w formie agregatów bądź kryształów. W grupie drugiej znajdują się metody oparte na adsorpcji enzymów na nośniku i inkluzji, tj. inkludowanie w sieci żelu, w kapsułkach, w emulsjach, w membranie ultrafiltracyjnej i otoczkowanie [5].

Opracowanie to stanowi kontynuację problematyki unieruchamiania lipaz metodami fizycznymi. W pierwszej części artykułu przedstawiono zagadnienia związane z adsorpcją lipaz na nośnikach stałych.

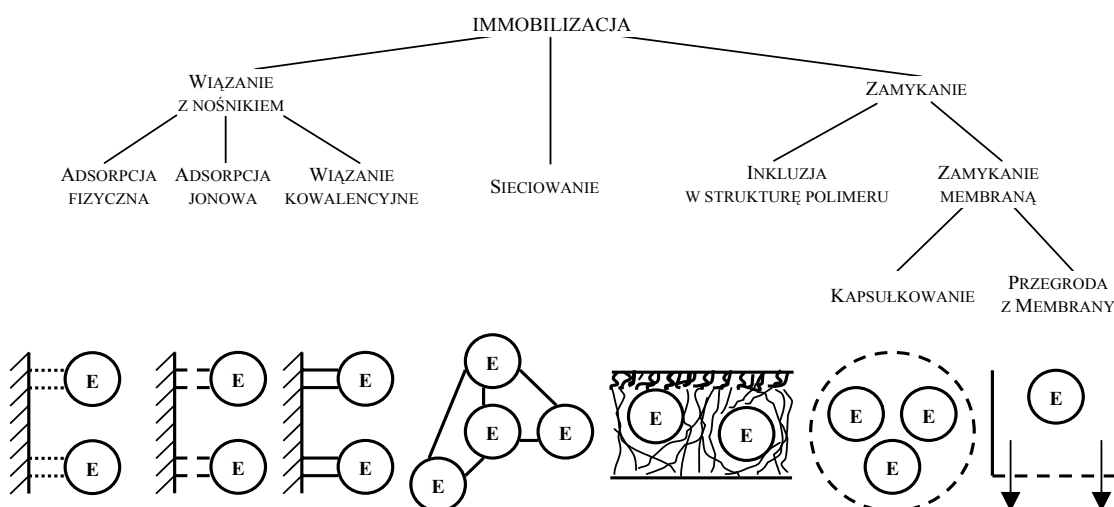
Celem artykułu jest zaprezentowanie problemów dotyczących immobilizacji lipaz poprzez pułapkowanie w sieci żelu, zamykanie w mikro (makro) kapsułkach, w mikro (makro) emulsjach, w materiale membrany oraz otoczkowanie.

### ZAMKNIĘCIE LIPAZ W SIECI ŻELU POLIMEROWEGO

Metoda polega na zmieszaniu monomeru lub polimeru

z roztworem enzymu oraz dodaniu czynników sieciujących i ewentualnych inicjatorów, celem wywołania polimerizacji bez udziału cząstek enzymu. Taka procedura może być stosowana do wszystkich enzymów, jednak warunki polimerizacji mogą powodować denaturację białka [5]. Aby zminimalizować dzia-

łanie niekorzystnych dla enzymu warunków tworzenia żelu,



Rys. 1. Sposoby immobilizacji enzymów [29].

w przypadku lipaz można stosować powlekanie białka enzymatycznego lipidowym substratem [1, 2, 13, 28]. Metodę zamykania enzymu w sieci polimerowej uznaje się za technikę tanią i dającą trwałe preparaty. Wadami omawianego sposobu immobilizacji są duże opory dyfuzyjne reakcji, brak możliwości odzysku nośnika, ograniczenie zastosowań do niskocząsteczkowych substratów i produktów.

W badaniach dotyczących immobilizacji lipaz w sieci spolimerizowanych związków naturalnych stosowano agarozę [4], chitozan [4, 22], alginian [1, 2, 4, 12, 17, 23, 33], karagenian [2] i krzemiany [23]. Wśród polimerów syntetycznych dominowały żele z poli (glikolu propylenowego) [13], poli (alkoholu winylowego) [18, 27, 28] oraz polisulfonowe [31].

Betigeri i Neau [4] porównywali wydajność pułapkowania lipazy *Candida rugosa* w różnych, pod względem fizycznym i chemicznym, polimerach pochodzenia naturalnego. Kuleczki agarozy, w warunkach procesowych wykazywały niepożądane pęcznienie i z tego względu polimer ten nie był używany w dalszych doświadczeniach. Żel alginianowy i chitozany przygotowane w wyniku żelowania jonowego z użyciem  $\text{CaCl}_2$  lub trójpolifosforanu sodu jako czynnika sieciującego w żelującym roztworze. Stwierdzono, że niezależnie od stężeń alginianu i chitozanu, wydajność pułapkowania enzymu przez oba polimery była podobna (43-50%). Aktywność biokatalizatora związanego z chitozaniem była średnio 4-krotnie większa od osiągniętej przez enzym zamknięty w alginianie.

Preparaty otrzymane przez inkluzję w sieci polimeru w zasadzie zawierają enzym w formie niezmienionej. W porównaniu z enzymem nieimmobilizowanym aktywność biokatalizatora jest zbliżona lub niższa. Główną zaletą tej techniki unieruchamiania jest wzrost stabilności i/lub aktywności enzymu w kontakcie z rozpuszczalnikiem organicznym. Badano wpływ różnych rozpuszczalników organicznych na aktywność immobilizowanej lipazy *Pseudomonas*. Enzym unieruchomiono w sieciowanej światłem żywicy poli (glikolu propylenowego) [13]. W każdym testowanym układzie najlepsze efekty reakcji estryfikacji osiągnęto w obecności eteru diizopropylowego. Wzmocniona została także stabilność temperaturowa i odporność na działanie środowiska organicznego. Po inkubacji w benzenie w 60°C enzym immobilizowany zachował 75% wyjściowej aktywności, natomiast lipaza natywna była aktywna w 28%.

W badaniach Antczaka i wsp. [2] dotyczących lipaz kapsułkowanych w żelach alginianu wapnia i karagenianu potasu, optymalnym środowiskiem dla prowadzenia reakcji estryfikacji był eter naftowy z dodatkiem bezwodnego siarczanu sodu jako czynnika usuwającego wodę. Ponadto decydujący wpływ na efektywność działania unieruchomionych lipaz wywarła impregnacja enzymów kwasem oleinowym.

Aktywność otrzymanych biokatalizatorów w środowisku hydrofobowym limitowana jest szybkością wymiany masy przez warstwę alginianu. Jedną z możliwości przyspieszenia dyfuzji reagentów przez błonę polisacharydową jest utworzenie systemu mikroporów w warstwie żelu, w której zawieszony jest enzym. Zwiększenie porowatości matrycy polimerowej można osiągnąć przez dodanie związków wielkocząsteczkowych do roztworu wodnego podczas formowania się kapsułki alginianu. Stosowane związki porotwórcze to oligomery tlenku etylenu (Polikol) oraz celuloza mikrokrystaliczna [1].

Ostatnio szczególnym zainteresowaniem cieszą się tzw. preparaty zol-żel, otrzymywane głównie z alkoholanów krzemu [7, 9, 10, 11, 14]. Związki te są poddawane wstępnej hydrolizie, a następnie polikondensacji. W zależności od sposobu postępowania przyjętego po etapie polikondensacji, otrzymuje się hydrożele, kserożele (po suszeniu) lub aerożele (po suszeniu w nadkrytycznym  $\text{CO}_2$ ). Cenną cechą technologii zol-żel jest możliwość tworzenia ich z domieszkami różnych cząstek, jak np. cząstki magnetyczne, ułatwiające oddzielenie nośnika z białkiem enzymatycznym od mieszaniny reakcyjnej [11] oraz tworzenie żeli mieszanych z naturalnymi lub syntetycznymi polimerami [9, 11]. W celu zwiększenia odporności mechanicznej można stosować dodatek włókien ceramicznych [7].

Problemem w procedurze immobilizacji enzymów w zol-żelu jest uwalnianie się podczas polimeryzacji alkoholu (głównie etanolu), co działa denaturująco na wiele biokatalizatorów. Z tego względu opracowywane są techniki oparte na transestryfikacji prekursorów krzemionkowych z wyżej rzędownym alkoholem jak glicerol. W ten sposób uzyskuje się nowe prekursory, które nie wydzielają szkodliwego alkoholu podczas żelowania. Inną alternatywą jest użycie jako prekursorów krzemionki – krzemianów sodu zamiast alkoholanów. Niemniej najprostszą techniką jest hydroliza wstępna prekursorów krzemionkowych w warunkach, gdzie hydroliza jest szybka a kondensacja wolna. Odparowanie tworzonego alkoholu przeprowadzane jest przed dodaniem enzymu. Ta metoda była zastosowana do unieruchomienia lipazy *Candida rugosa* w aerożelu krzemionkowym w badaniach prowadzonych przez Buisson i Pierre [7].

Zaobserwowano wyjątkowy wzrost aktywności tej samej lipazy po pułapkowaniu w sieci żelu zsyntetyzowanego z tetrametoksylanu i alkiltrimetoksylanu [11]. Wydajność immobilizacji wynosiła 95% białka w nośniku, a aktywność specyficzna była 59 razy większa w porównaniu z lipazą nieimmobilizowaną. Czynnikiem zasadniczo wpływającym na aktywność enzymu była długość łańcucha węglowodorowego grupy alkilowej  $\text{RSi}(\text{OCH}_3)_3$ . Według autorów, lipofilowe oddziaływanie grup alkilowych w żelu z cząsteczkami lipazy podczas tworzenia nośnika może utrzymywać biokatalizator w aktywnej, otwartej konformacji wywołując efekt podobny do aktywacji międzyfazowej. Jednak trudno tak duży wzrost aktywności przypisywać tylko temu zjawisku. Prawdopodobnie występują tutaj także inne interakcje nośnik – lipaza, a jednym z ważnych czynników jest lepsze rozproszenie enzymu. System z immobilizowaną lipazą odznaczał się dużą stabilnością termiczną. Po uwięzieniu biokatalizatora w zol-żelu odporność enzymu na podwyższoną temperaturę wzrosła 55 razy w porównaniu z odpowiednikiem natywnym.

Należy wspomnieć także o immobilizacji enzymów w porach membrany przy zastosowaniu procesu ultrafiltracji. Zgodnie z Bryjak [6] oraz Giorno i Drioli [15] przyjęto, że wspomnianą technikę można potraktować jako odmianę immobilizacji w materiale membrany polimerowej.

Po opracowaniu procedury wytwarzania membran asymetrycznych przez inwersję faz pojawiły się nowe możliwości w zakresie unieruchamiania enzymów. Uzyskanie struktury asymetrycznej jest możliwe w przypadku, kiedy polimeryzacja przebiega szybciej od inwersji faz. Po tej stronie membrany, z której doprowadza się środek wywołujący polimeryzację

(precypitat), tworzy się mikroporowata warstwa aktywna lub „naskórkowa” o grubości od 0,1 do 1  $\mu\text{m}$ . „Skórka” ma pory o znacznie mniejszych rozmiarach od warstw leżących głębiej lub może mieć nawet strukturę jednorodną (bez porów). W tej warstwie uzyskuje się właściwy efekt sita molekularnego. Pozostały przekrój membrany, makroporowata warstwa nośna o strukturze od typowo gąbczastej do palczastej, spełnia funkcję nośnika nadającego membranę kształt i wytrzymałość. Stanowi ona wprost idealną przestrzeń dla umieszczenia w niej cząsteczek enzymu. Wprowadzenie enzymu do gotowej membrany odbywa się przez filtrowanie roztworu zawierającego enzym przez asymetryczną membranę w kierunku odwrotnym do normalnego przepływu ultrafiltracyjnego. Ten sposób immobilizacji wymaga dobrania odpowiedniej wielkości porów warstwy podporowej membrany w stosunku do wielkości białka enzymatycznego. Aby zapobiec wymywaniu enzymu z nośnika można dodatkowo stosować czynnik sieciujący, np. aldehyd glutarowy [29].

Innym prostym sposobem immobilizacji jest wykorzystanie zjawiska polaryzacji stężeniowej towarzyszącej procesowi ultrafiltracji. Podczas ultrafiltracji roztworu enzymu stężenie jego cząsteczek przy powierzchni membrany może być na tyle duże, że wytworzona w ten sposób warstwa uzyskuje strukturę żelu [29].

Z najnowszych doniesień dotyczących lipaz immobilizowanych metodą „wtłoczenia” w pory membrany należy wspomnieć o pracy Wang i wsp. [32]. Zaprojektowano membranę o specjalnej mikrostrukturze złożoną z hydrofilowego octanu celulozy i hydrofobowego politetrafluoroetyleny. Nośnik ten wykorzystano do immobilizacji przez ultrafiltrację lipazy *Candida rugosa*. Enzym pułapkowany był na granicy warstwy hydrofilowej i hydrofobowej membrany kompozytowej oraz w gąbczastej części octanu celulozy. Unieruchomienie katalizatora na granicy warstw nośnika jest zbieżne z granicą fazy wodnej i organicznej, co w przypadku lipaz, jest korzystne dla katalizy. Zastosowana technika immobilizacji nie naruszyła struktury enzymu, stąd utrzymywał on wysoką aktywność. Po immobilizacji wzmocniona została enancjoselektywność lipazy w hydrolizie mieszaniny racemicznej ibuprofenu. Czas utraty 50% wyjściowej aktywności białka enzymatycznego sprzężonego z polimerem wynosił 183,3 godziny, co stanowi 373% czasu połowicznego zaniku aktywności natywnego odpowiednika.

## OTOCZKOWANIE

Metoda polega na zamknięciu cząsteczek enzymu poprzez otoczenie go różnymi związkami wielkocząsteczkowymi jak polielektrolity, lipidy lub surfaktanty [25, 26, 34].

Zamknięcie enzymu z wykorzystaniem polielektrolitów zachodzi podczas traktowania białka enzymatycznego kolejno polianionem i polikationem (kolejność zależy od ładunku białka). Pierwszy z polimerów, adsorbując się na cząsteczkach enzymu powoduje jego wytrącanie (flokulację), a utworzone kompleksy **polimer – białko** są następnie stabilizowane i powiększane przez dodanie polimeru o ładunku przeciwnym. Zaletą metody jest szybka i efektywna preparatyka, bez modyfikacji chemicznej, bez rozpuszczalników organicznych i bez konieczności stosowania stężonych roztworów enzymów. Technika ta jest jednak rzadko stosowana ze względu na znaczne ograniczenia transportu masy, szczególnie gdy

otrzymanie stabilnych i nierozpuszczalnych preparatów wymaga utworzenia większej ilości warstw polielektrolitów [5]. Aktywność immobilizowanych enzymów tą metodą zależy od warunków procedury: wartości pH podczas tworzenia kompleksu, stosunku stężenia polielektrolitu i enzymu oraz masy molowej polielektrolitów [34]. Kompleksowe badania immobilizacji lipaz w układach z polielektrolitami zostały przeprowadzone przez Zaitseva i wsp. [34]. Unieruchomieniu poddano trzy preparaty lipaz: formę nieoczyszczoną, liofilizowaną oczyszczoną *Pseudomonas fluorescens* oraz z trzustki wieprzowej. Stosowane polielektrolity to Na-poli (sulfonian styrenu) jako polianion oraz poli (chlorek dialilometyloamoniowy) jako polikation. Najwyższą aktywność enzymu w kompleksie polielektrolitów (ok. 62–68%) mierzona względem aktywności lipazy w supernatancie stwierdzono dla pH 9 i wysokiej nadwyżce polielektrolitu (100 razy) w stosunku do lipazy. Użycie buforu fosforanowego jako rozpuszczalnika dla lipaz i polielektrolitów pozwoliło uzyskać biokatalizatory o wyższej aktywności niż enzymy natywne. Efekty te najprawdopodobniej spowodowane były zarówno hydrofobowymi, jak i elektrostatycznymi oddziaływaniami pomiędzy lipazą a otoczką polielektrolitów.

## ZAMYKANIE LIPAZ W MIKRO (MAKRO) EMULSJACH

Mikro (makro) emulsja to układ obejmujący wodne mikroobszary otoczone cząsteczkami polarnego surfaktanta, którego łańcuchy hydrofobowe kontaktują się z otaczającym niepolarnym rozpuszczalnikiem organicznym [5]. Enzymy zamykane w mikro (makro) emulsiach zwykle znajdują się w fazie wodnej, a białko enzymatyczne wprowadza się do emulsji w formie wodnego roztworu lub liofilizatu. Stosuje się też dodawanie enzymu do roztworu odwróconych miceli [26, 30]. Efektem tych działań jest otrzymanie dynamicznego układu stabilizowanego oddziaływaniami hydrofobowymi, van der Waalsa, elektrostatycznymi i wodorowymi. O stabilności i reaktywności układu decyduje rodzaj i stężenie enzymu, surfaktanta (kosurfaktanta), elektrolitów, substratów i produktów oraz stosunek masy wody do surfaktanta [5, 19, 26]. Zaletami tego systemu są: duża powierzchnia kontaktu faz bez ograniczeń transportu masy, brak agregacji białka, przejrzystość optyczna umożliwiającą bezpośrednie pomiary spektrofotometryczne, zwiększona solubilizacja niepolarnych reagentów, możliwość przesunięcia równowagi termodynamicznej w kierunku produktów, zwiększona stabilność termiczna enzymów. Do największych ograniczeń tej metody należy częsta denaturacja enzymów w obecności surfaktantów i rozpuszczalników organicznych oraz utrudniony odzysk produktu i enzymu [5].

Powyższe układy reakcyjne stosowane są w: asymetrycznej transestryfikacji lipidów, syntezie makrocyclicznych laktonów, hydrolizie tłuszczów, produkcji emulgatorów, syntezach enancjoselektywnych oraz biotransformacjach steroidów [5, 8]. Stąd też najczęściej mikro (makro) emulsje tworzone są z lipazami [8, 19, 20, 21, 26, 30].

W badaniach Persson i wsp. [26] do immobilizacji lipaz zastosowano Span 60 (monostearynian sorbitanu). Aktywność uzyskanych układów w heksanie porównywano ze specyficzną aktywnością (w przeliczeniu na ilość białka enzymatycznego) sproszkowanych preparatów handlowych. Lipazy w ukła-

dzie z surfaktantem były od 1, 9 do 150 razy bardziej aktywne niż ich „surowe” odpowiedniki. Istotnym elementem wpływającym na aktywność katalityczną biokatalizatora była ilość lipazy w układzie z surfaktantem. Przy mniejszym stężeniu enzymu w emulsji aktywność specyficzna lipazy była wyższa, natomiast większa zawartość białka powodowała ograniczenia transportu masy. Z powodu słabej rozpuszczalności w medium reakcyjnym preparaty lipaza – surfaktant tworzyły agregaty. Autorzy publikacji postawili hipotezę, że lipazy adsorbują się na nierozpuszczalnym surfaktancie, którego cząsteczkę możemy traktować jak nośnik do immobilizacji. Zgodnie z tym założeniem oczekiwano, że zwiększenie powierzchni Span 60 zaowocuje większym obsadzeniem białkiem enzymatycznym. Homogenizacja surfaktanta zwiększyła ilość lipazy w układzie z 4, 5 do 9, 2%. Zależność ilości wiązanego białka od stosunku wagowego Span 60/białko wskazywała na adsorpcję wielowarstwową, gdzie enzym wiąże się preferencyjnie z zaadsorbowaną już warstwą lipazy a nie bezpośrednio z nośnikiem.

W pracy tej testowano także unieruchamianie lipaz w systemie odwróconych micel złożonych z AOT/izooktan/woda. AOT jest anionowym surfaktantem o nazwie systematycznej [bis (2-etyloheksylo) sulfobursztynian sodu]. Zastosowanie tego układu pozwoliło przeprowadzić efektywną estryfikację 1-fenylotanolu kwasem kapronowym, ale specyficzna aktywność katalizatora była dużo niższa w porównaniu z lipazą modyfikowaną Span 60.

W badaniach Lopez i wsp. [21] do immobilizacji lipazy z *Candida rugosa* opracowano układ mikroemulsji, w której sieć żelatynową z wodnymi „prętami” stabilizowano warstwą kationowego surfaktanta CTAB (bromek heksadecylometylamoniumowy). Ze względu na stosowaną strukturę mikroemulsji (stały żel), enzym można było wykorzystać w kilku cyklach reakcyjnych, przy czym nie zaobserwowano znaczącego obniżenia aktywności biokatalizatora.

## ZAMYKANIE LIPAZ W MIKRO (MAKRO) KAPSUŁKACH

Metoda zamykania lipaz w mikro (makro) kapsułkach jest rzadko stosowana w immobilizacji enzymów [5]. Istota tej metody polega na zamykaniu fazy wodnej zawierającej enzym w półprzepuszczalnej membranie polimerowej, otrzymywanej w wyniku polikondensacji na granicy faz lub międzyfazowej koacerwacji i podwójnego emulgowania [5, 24]. Wielkość kapsułek waha się od 1 µm do kilku milimetrów, przy grubości ścianki od 0, 01 do 1 µm. Wadami tej metody są duże ograniczenia w odniesieniu do wielkości substratu i produktu oraz możliwa denaturacja enzymu w warunkach tworzenia się kapsułek. Membrany mikro (makro) kapsułek najczęściej wytwarzane są na bazie azotanu lub octanu celulozy, poliuretanów, poliamidu, nylonu, polichloru winylu, polietylenoiminy, poliakrylamidu, karaginanu lub z błony komórkowej erytrocytów [5].

Zespół Matsumoto [24] podjął próbę zamknięcia lipazy *Candida rugosa* w mikrokapsułkach utworzonych przez polimeryzację diwinylobenzenu oraz chlorku wapnia z krzemianem sodu. Rozmiar mikrokapsułek organicznych wynosił 63, 3 µm, a nieorganicznych 34, 7 µm. Pomimo, że szybkość reakcji hydrolizy trimaślanu katalizowana przez lipazy kapsułkowane była niska w porównaniu z enzymem wolnym, to reakcja ta zachodziła efektywnie. Ograniczenie szybkości ka-

talizy w mikrokapsułkach organicznych wywołane było najprawdopodobniej termiczną dezaktywacją enzymu podczas polimeryzacji. Natomiast kapsułkowanie lipazy w polimerze nieorganicznym spowodowało prawie całkowitą utratę aktywności biokatalizatora.

## PODSUMOWANIE

Unieruchomienie lipaz ma na celu zwiększenie ich wydajności w procesach przemysłowych poprzez wielokrotne użycie biokatalizatora. Z powodu różnorodności systemów reakcyjnych, w których można wykorzystać lipazy, procedura opracowania preparatu z immobilizowanym enzymem powinna uwzględniać różne punkty widzenia. Sposób przygotowania optymalnej immobilizowanej pochodnej lipazy zależy od typu katalizowanej reakcji. Dodatkowo lipazy, jak większość enzymów, nie są perfekcyjnymi chemicznymi katalizatorami. Mogą być niestabilne i nie osiągać ani maksymalnej aktywności, ani optymalnej enancjo- lub regioselektywności. W związku z tym, immobilizacja lipaz, oprócz dopasowania do określonego projektu przemysłowego, powinna być też narzędziem poprawiającym i optymalizującym niektóre parametry aktywności i stabilności. Ponadto, procedura immobilizacji musi uwzględniać skomplikowany mechanizm akcji katalitycznej tych enzymów. Tak więc opracowanie odpowiedniej techniki unieruchomienia każdej lipazy do różnych biotransformacji jest kombinacją czynników takich jak mechanizm katalizy, wymagania procesowe i aparaturowe oraz konieczność ulepszenia niektórych właściwości enzymu.

Immobilizacja lipaz jest niekończącym się wyzwaniem dla naukowców chemii bio-organicznej.

## LITERATURA

- [1] Antczak T., Bugła J., Mastalerz M., Niemiec A., Szeja W., Ślęk M., Galas E.: Immobilizacja unieruchomionych *in situ* lipaz *Mucor* w mikroporowatych kapsułkach alginianowych, *Biotechnologia*, 2000, 4, 51, 142-151.
- [2] Antczak T., Bugła J., Szeja W., Galas E.: Kapsułkowanie immobilizowanych *in situ* endolipaz *Mucor*, *Biotechnologia*, 1999, 1, 44, 173-179.
- [3] Antczak T., Graczyk J.: Lipazy: źródła, struktura i właściwości katalityczne, *Biotechnologia*, 2002, 2, 57, 130-145.
- [4] Betigeri S.S., Neau S.H.: Immobilization of lipase using hydrophilic polymers in the form of hydrogel beads, *Biomaterials*, 2002, 23, 3627-3636.
- [5] Bryjak J.: Immobilizacja enzymów, Część I: Metody konwencjonalne, *Wiadomości Chemiczne*, 2004, 58, 9-10, 691-746.
- [6] Bryjak J.: Immobilizacja enzymów, Część II: Reaktory membranowe, *Wiadomości Chemiczne*, 2004, 58, 9-10, 747-780.
- [7] Buisson P., Pierre A.C.: Immobilization in quartz fiber felt reinforced silica aerogel improves the activity of *Candida rugosa* lipase in organic solvents, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 2006, 39, 1-4, 77-82.
- [8] Carvalho C.M.L., Cabral J.M.S.: Reverse micelles as reaction media for lipases, *Biochimica*, 2000, 82, 1063-1071.

- [9] Chaubey A., Parshad R., Koul S., Taneja S.C., Qazi G.: Enantioselectivity modulation through immobilization of *Arthobacter sp.* lipase: Kinetic resolution of fluoxetine intermediate, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 2006, 42, 1-2, 39-44.
- [10] Chen J.-P., Hwang Y.-N.: Polyvinyl formal resin plates impregnated with lipase-entrapped sol-gel polymer for flavor ester synthesis, *Enzyme Microb. Technol.*, 2003, 33, 513-519.
- [11] Chen J.-P., Lin W.-S.: Sol-gel powders and supported sol-gel polymers for immobilization of lipase in ester synthesis, *Enzyme Microb. Technol.*, 2003, 32, 801-811.
- [12] Dharmsthiti S., Luchai S.: Production and immobilization of lipase from *Aeromonas sorbia* harboring a heterologous gene, *J. Ferment. Bioeng.*, 1998, 86, 3, 335-337.
- [13] Fukunaga K., Minamijima N., Sugimura Y., Hang Z., Nakao K.: Immobilization of organic solvent-soluble lipase in nonaqueous conditions and properties of the immobilized enzymes, *J. Biotechnol.*, 1996, 52, 81-88.
- [14] Furukawa S., Ono T., Ijima H., Kawakami K.: Enhancement of activity of sol-gel immobilized lipase in organic media by pretreatment with substrate analogues, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 2001, 15, 65-70.
- [15] Giorno L., Drioli E.: Biocatalytic membrane reactors: applications and perspectives [Reviews], *Tibtech*, 2000, 18, 339-349.
- [16] Hasan F., Shah A.A., Hameed A.: Industrial applications of microbial lipases, *Enzyme Microb. Technol.*, 2006, 39, 235-251.
- [17] Hertzberg S., Kvittingen L., Anthonson T., Skjåk-Bræk G.: Alginate as immobilization matrix and stabilizing agent in two-phase liquid system: Application in lipase-catalysed reactions, *Enzyme Microb. Technol.*, 1992, 14, 42-47.
- [18] Kanwar L., Goswami P.: Isolation of a *Pseudomonas* lipase produced in pure hydrocarbon substrate and its application in the synthesis of isoamyl acetate using membrane-immobilised lipase, *Enzyme Microb. Technol.*, 2002, 31, 727-735.
- [19] Kierkels J.G.T., Vleugels L.F.W., Gelade E.T.F., Vermeulen D.P., Kamphuis J., Wandrey C., van den Tweel W.J.J.: *Pseudomonas fluorescens* lipase adsorption and kinetics of hydrolysis in a dynamic emulsion system, *Enzyme Microb. Technol.*, 1994, 16, 513-521.
- [20] Lopez F., Cinelli G., Ambrosone L., Colafemmina G., Ceglie A., Palazzo G.: Role of the cosurfactant in water-in-oil microemulsion: interfacial properties tune the enzymatic activity of lipase, *Colloids Surf. A.*, 2004, 237, 49-59.
- [21] Lopez F., Venditti F., Cinelli G., Ceglie A.: The novel hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) based organogel as reactor for ester synthesis by entrapped *Candida rugosa* lipase, *Process Biochem.*, 2006, 41, 1, 114-119.
- [22] Magnin D., Dumitriu S., Magny P., Chornet E.: Lipase immobilization into porous chitoxan beads: activities in aqueous and organic media and lipase localization, *Biotechnol. Prog.*, 2001, 17, 734-737.
- [23] Matsumoto M., Ohashi K.: Effect of immobilization on thermostability of lipase from *Candida rugosa*, *Biochem. Eng. J.*, 2003, 14, 1, 75-77.
- [24] Matsumoto M., Sumi N., Ohmowi K., Kondo K.: Immobilization of lipase in microcapsules prepared by organic and inorganic materials, *Process Biochem.*, 1998, 33, 5, 535-540.
- [25] Okahata Y., Mori T.: Lipid-coated enzymes as efficient catalysis in organic media, *Tibtech*, 1997, 15, 50-54.
- [26] Persson M., Mladenoska I., Wethje E., Adlercreutz P.: Preparation of lipases for use in organic solvents, *Enzyme Microb. Technol.*, 2002, 31, 6, 833-841.
- [27] Plieva F.M., Kochetkov K.A., Singh I., Parmar V.S., Belokon Yu.N., Lozinsky V.I.: Immobilization of hog pancreas lipase in macroporous poly(vinylalcohol)-cryogel carrier for biocatalysis in water-poor media, *Biotechnol. Lett.*, 2000, 22, 551-554.
- [28] Rucka M., Turkiewicz B.: Ultrafiltration membranes as carriers for lipase immobilization, *Enzyme Microb. Technol.*, 1990, 12, 52-55.
- [29] Rucka M., Winnicki T., Żuk J.S.: Membrany (błony) enzymatyczne, *Post. Biochem.*, 1987, 33, 81-92.
- [30] Soni K., Madamwar D.: Ester synthesis by lipase immobilized on silica and microemulsion based organogels (MBGs), *Process Biochem.*, 2001, 36, 607-611.
- [31] Sroka Z.: The activity of lipase from *Rhizopus sp.* in native form and after immobilization on hollow-fiber membranes, *J. Membr. Sci.*, 1994, 97, 209-214.
- [32] Wang Y., Hu Y., Xu J., Luo G., Dai Y.: Immobilization of lipase with a special microstructure in composite hydrophilic CA/hydrophobic PTFE membrane for the chiral separation of racemic ibuprofen, *J. Membr. Sci.*, 2007, 293, 133-141.
- [33] Yadav G.D., Jadhav S.R.: Synthesis of reusable lipases by immobilization on hexagonal mesoporous silica and encapsulation in calcium alginate: Transesterification in non-aqueous medium, *Microporous and Mesoporous Materiale*, 2005, 86, 215-222.
- [34] Zaitsev S.Y., Gorokhova I.V., Kashtigo T.V., Zintchenko A., Dautzenberg H.: General approach for lipases immobilization in polyelectrolyte complexes, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 2003, 221, 209-220.

## PHYSICAL IMMOBILIZATION OF LIPASES

### Part II

#### IMMOBILIZATION OF LIPASES BY ENTRAPMENT

##### SUMMARY

*This paper summarizes methods of lipases physical immobilization, including entrapment within the membrane and in polymeric matrices, coating, microencapsulation and micro (macro) emulsion system. The influence of immobilization process on changes of enzyme activity, stability, selectivity and other properties important in practical applications are considered.*

Prof. dr hab. inż. Jarosław DIAKUN

Mgr inż. Mariusz SEŃCIO

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska

# PRZEGLĄD KONSTRUKCYJNO-FUNKCJONALNY MASOWNIC DO MIĘSA®

## Część II

### SYSTEMY ZAŁADUNKU I WYŁADUNKU

Artykuł stanowi kontynuację artykułu o tym samym tytule głównym, gdzie część I nosiła podtytuł „Masownice bębnowe i mieszadłowe”. W niniejszym artykule – część II, opisane zostały systemy załadunku i wyładunku. Przeprowadzono analizę rozwiązań konstrukcyjnych i oceniono ich funkcjonalność użytkową na podstawie przeglądu katalogów i stron internetowych producentów urządzeń.

**Słowa kluczowe:** masownica do mięsa, załadunek, wyładunek.

#### WPROWADZENIE

Urządzenie musi realizować założone operacje procesu technologicznego. Podstawowym układem technicznym lub zespołem urządzenia jest ten, który przetwarza lub oddziałuje na surowiec. W przypadku masownicy jest to układ zbiornika i elementów wymuszających ruch oraz oddziaływanie na mięso powodujące jego masowanie. O funkcjonalności urządzenia decydują nie tylko rozwiązania konstrukcyjne realizujące zadanie produkcyjno-technologiczne, ale również funkcjonalność całości. Oprócz zespołu produkcyjno-technologicznego urządzenie musi posiadać wiele elementów i zespołów uzupełniających, pomocniczych, aby możliwa była współpraca z innymi urządzeniami i wyposażeniem w linii technologicznej. W ramach użytkowania bardzo ważna jest sprawna realizacja załadunku surowcem i odbiór produktu.

W poprzednim artykule (literatura o tym samym tytule zasadniczym i podtytule Części I – „Masownice bębnowe i mieszadłowe”), omówione zostały podstawowe odmiany konstrukcyjne masownicy oraz opisano stosowane rozwiązania konstrukcyjne układu funkcjonalnego masowania.

**Celem niniejszego artykułu jest przeprowadzenie analizy wyposażenia dodatkowego, usprawniającego podstawowe działanie (masowanie) to jest załadunek i rozładunek.** Kontynuacją tego cyklu publikacji będzie artykuł poświęcony funkcjom dodatkowym masownicy, rozszerzającym podstawowe działanie (masowanie) to jest modyfikacja atmosfery, obróbka termiczna, pokrywanie półproduktów fazą ciekłą w warunkach kriogenicznych (coating) i sterowanie.

#### ZAKRES ANALIZ

Przeglądu i analizy dokonano na podstawie literatury oraz danych zawartych w katalogach reklamowo-technicznych oraz na stronach internetowych producentów oferujących masownice do mięsa na polskim rynku. Uwzględniono 4 producentów krajowych

oraz 28 z zagranicy. Rozwiązań nie odnoszono do konkretnego producenta. Przeanalizowano konstrukcje ok. 200 typów masownicy bębnowych oraz 64 typów masownicy mieszadłowych.

#### ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE ZAŁADUNKU

Wyróżnić można cztery typy załadunku: ręczny, mechaniczny z zastosowaniem wózków, mechaniczny przenośnikowy i podciśnieniowy.

**Rys. 1.** Masownica mieszadłowa 150L z przystawionym pojemnikiem 20L.

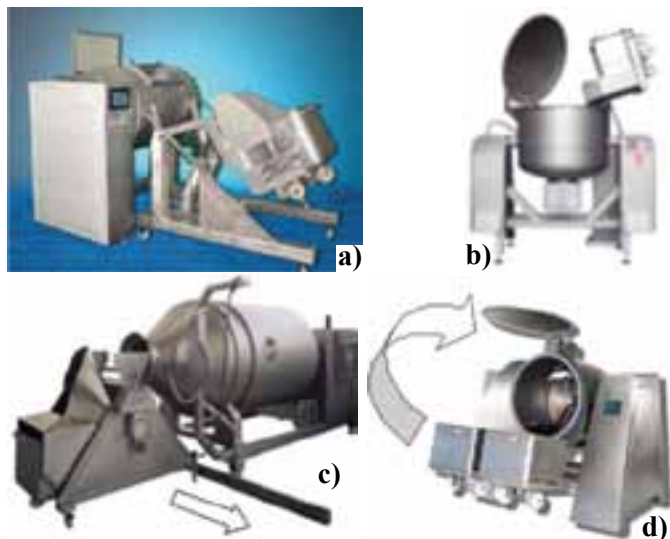


Załadunek ręczny stosowany jest przy użytkowaniu małych masownicy. Stosuje się z reguły pojemniki z uchwytyami (rys. 1) o pojemności 10 litrów – obsługiwane przez jednego operatora oraz 15, 20, 25 i 30 litrów – przez dwóch operatorów. Producenci nie wyposażają masownicy o pojemnościach do ok. 200 litrów w mechanizm załadunku.

Wyposażeniem standardowym przetwórci mięsnych są wózki transportowe farszowe typu „cymbrer” o pojemnościach 120L, 200L i 300L. Podobnie jak inne urządzenia przetwórci (wilki, kutry), masownice mogą być przystosowane do współdziałania z wózkami do załadunku farszu. Załadunek mechaniczny z wózków realizowany jest przez podnośnikowo-wywrotnice wózków. Ze względu na konstrukcję wyróżnia się podnośnikowo-wywrotnice dźwigniowe (rys. 2), stosowane do małych wysokości i kolumnowe (rys. 3), do dużych wysokości.



Podstawowe typy konstrukcyjne dźwigniowych mechanizmów załadunku pokazano na rysunku 2. Na rysunku 2a przedstawiono wywrotnicę posadowioną na kółkach (mobilną), która dostawiana jest do masownicy w trakcie jej załadunku z wózka. Przemieszczanie następuje poprzez popychanie ręczne. Tego typu wywrotnica wózków może służyć do załadunku innych urządzeń w przetwórni.



**Rys. 2.** Dźwigniowe mechanizmy załadunku przystosowane do wózków do załadunku farszu (opis w tekście).

Występy wózka do załadunku farszu wprowadzane są w uchwyty ramion wywrotnicy. Ramiona poruszane są za pomocą siłowników. Producenci stosują napędy hydrauliczne i pneumatyczne. Ruch góra-dół sterowany jest za pomocą dźwigni („joysticka”) umiejscowionego na obudowie wywrotnicy.

Rysunek 2b przedstawia masownicę mieszadłową, wyposażoną we własne ramię podnośnika. Mechanizm ramienia wywrotnicy i jego napęd hydrauliczny są zintegrowane z masownicą. Konstrukcja daje możliwość swobodnego dojazdu wózków do frontu masownicy w celu wyładunku i dogodnej obsługi przez operatora. Sterowanie załadunku sprzężone jest ze sterowaniem całej masownicy znajdującym się w korpusie urządzenia.

Pokazany na rysunku 2c mechanizm wywrotnicy wózka sprzężony jest z masownicą bębnową za pomocą szyny, wzdłuż której wywrotnica może się przemieszczać. Rysunek ilustruje pozycję wywrotnicy z wózkiem farszu w położeniu załadunku. Załadunek i wyładunek następuje przez ten sam otwór w czole strefy stożkowej bębna. Aby udostępnić miejsce pod wyładunek wywrotnica przesuwana jest w kierunku wskazanym strzałką na rysunku.

Rysunek 2d przedstawia konstrukcję mechanizmu załadunku dwóch wózków jednocześnie, związanego integralnie ze zbiornikiem masownicy. Uchwyty wózków są na stałe połączone z płaszczem zbiornika. Podnoszenie wózków sprzężone z obrotem zbiornika. Dwa wózki typu cymbrer przemieszczają się wraz z uchylnym ruchem zbiornika osadzonego na wale do góry, aż do pozycji powodującej wysyp mięsa z wózków do masownicy.

Różne typy konstrukcyjne kolumnowych mechanizmów załadunku pokazano na rysunku 3.



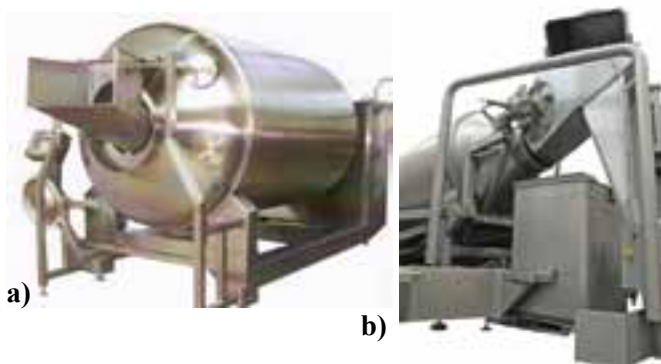
**Rys. 3.** Kolumnowe mechanizmy załadunku (opis w tekście).

Na rysunku 3a i 3b przedstawiono przejezdne, niezależne od masownicy kolumnowe wywrotnice wózków. Posadowiona na kółkach wywrotnica (rys. 3a) przemieszczana jest ręcznie. Podnośnik-wywrotnica (rys. 3b) posiada własny napęd przejazdu zasilany z akumulatora. Wywrotnicę przystosowano do unoszenia i rozładunku dużych wózków o pojemności 600 litrów. Kolumna podnośnikowo-wywrotnicy (rys. 3c) posadowiona jest na stałe w posadźce. Charakterystyczną częścią to dostawiana, przejezdna rynna zsygowa, przystawiana w fazie załadunku i odstawiana, aby udostępnić miejsce na wózki wyładunkowe. Inny sposób udostępniania miejsca na wyładunek przedstawiono na rysunku 3d. Podnośnik-wywrotnicę tworzą dwie kolumny. Między dwiema kolumnami może być umieszczony wózek do załadunku lub wyładunku.

Rysunek 3e ilustruje złożony mechanizm załadunku zintegrowanego z masownicą bębnową. Z boku masownicy umiejscowiono niską kolumnę współpracującą z lejem zasygowym, będącym jednocześnie uchwytem wózka. Pozycja leja jak na rysunku daje możliwość swobodnego dojazdu wózków do pola wyładunku. W trakcie załadunku, w pierwszej fazie lej zasygowy z mechanizmem uchwytu wózka farszu wykonuje obrót o kąt  $90^\circ$  w stronę otworu załadunkowego masownicy, jak to wskazuje strzałka na rysunku. Po tym następuje wjazd wózka na prowadnicę. Następnie mechanizm unosi wózek z wsadem. Wsad poprzez lej zasygowy trafia do zbiornika masownicy. Opróżniony wózek opada, zjeżdża z prowadnicy, po czym lej zasygowy jest odchylany o kąt  $90^\circ$  w stronę boku masownicy i w pozycji biernej pozostawia miejsce na wózek wyładunkowy.

W czasie eksploatacji masownicy występuje potrzeba funkcjonalnego połączenia podnośnika z masownicą oraz zabezpieczenia surowca przed rozsypywaniem się przy załadunku. Sposoby załadunku przedstawione na rysunkach 2b, 2d i 3b umożliwiają zasypywanie wsadu do masownicy bez zastosowania elementów pomocniczych, dzięki dużej powierzchni

otworów załadowniczych. Wózek bezpośrednio załadunku urządzenie przez otwór załadowniczy. We wszystkich pozostałych konstrukcjach na rysunku 2 i 3, występują pomocniczo leje i rynny załadownicze. Na rysunku 2a i 2c leje załadownicze stanowią spójną konstrukcję z podnośnikiem dźwigniowym mobilnym. Na rysunku 3a, 3d i 3e leje zsypane występują w konstrukcji podnośników kolumnowych. Na rysunku 3c rynna zsypana jest niezależnym przystawnym urządzeniem.



**Rys. 4.** Rodzaje leji załadunkowych (opis w tekście).

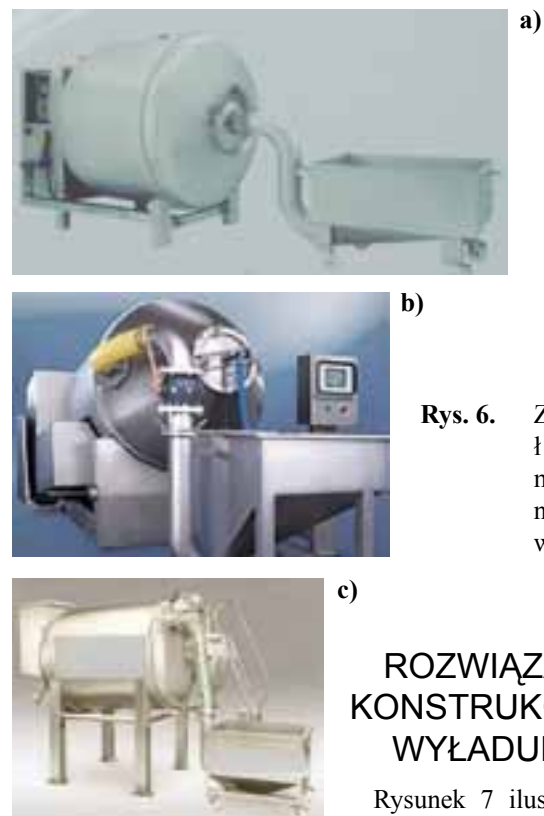
Na rysunku 4a rynna zsypana to element konstrukcji masownicy. Po załadunku następuje jej przemieszczenie do góry, udostępniając pole do wyladunku. Rysunek 4b pokazuje kolumnę na stałe zintegrowaną z masownicą z zabudowaną konstrukcją zsypaną, pod którą mieści się wózek wyladunkowy.

Na rysunku 5 przedstawiono typy załadunków za pomocą przenośników. Przenośnik taśmowy otwarty, skośny (rys. 5a) posiada taśmę wyposażoną w przegrody. Przeciwdziałają one zsypaniu się materiału. Przegrody umożliwiają transport solanki wraz z mięsem oraz powodują zmniejszenie ociekania solanki z taśmy. Rysunek 5b ilustruje załadunek przy współpracy rozdrabniacza bloków mięsa mrożonego z masownicą. Przenośnik taśmowy mobilny (posadowiony na kółkach) służy do transportu pokruszonych bloków mięsa mrożonego do masownicy. Po jego usunięciu pod otwór załadowniczo-wyladunkowy może być wprowadzony wózek wyladunkowy. Rysunek 5c przedstawia przenośnik ślimakowy zintegrowany z masownicą mieszadłową. Ślimak ma jednocześnie właściwości pompy transportującej solankę i zapobiega zbyt niemu ociekaniu solanki z mięsa po nastryku.



**Rys. 5.** Zespoły załadownicze mechaniczne, przenośnikowe: a) przenośnik taśmowy z przegrodami b) przenośnik taśmowy mobilny c) przenośnik ślimakowy.

Coraz większą popularnością cieszą się systemy załadunku próżniowego. Wewnątrz zbiornika masownicy wytwarzane jest podciśnienie za pomocą pompy próżniowej. Zbiornik masownicy połączony jest specjalną hermetyczną rurą ze zbiornikiem zasypowym, z którego jest zasysany surowiec. System jest zamknięty i bardzo funkcjonalny. Ogranicza kontakt surowca z otoczeniem. Nie występuje problem z rozsypywaniem się surowca. Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne pokazano na rysunku 6. Na rysunku 6a zbiornik zasypowy wyposażono w przewód rurowy zakończony tarczą szybkozłączną dopasowaną do otworu załadowniczo-wyladunkowego masownicy. Z drugiej strony rura jest umiejscowiona w najniższym punkcie pochylecia dna zbiornika zasypowego. Widok masownicy bębnowej na rysunku 6b przedstawia zbiornik zasypowy połączony przewodem rurowym i węzłem elastycznym mechanizmem szybkozłącznym z masownicą bębnową w części stożkowej. Po załadunku konieczne jest odłączenie rury transportowej od bębna, aby umożliwić jego obracanie. Prostsze są rozwiązania załadunku w przypadku masownic mieszadłowych, które posiadają nieruchomy zbiornik. Na rysunku 6c przedstawiono widok masownicy mieszadłowej połączonej ze zbiornikiem zasypowym za pomocą sztywnego przewodu rurowego podłączonego do jej płaszcza poprzez króciec zakończony zaworem. Pozwala to na napełnianie masownicy w trakcie obrotu mieszadła i zsynchronizowanie w programie komputerowym w cyklu pracy całej linii obróbki mięsa.

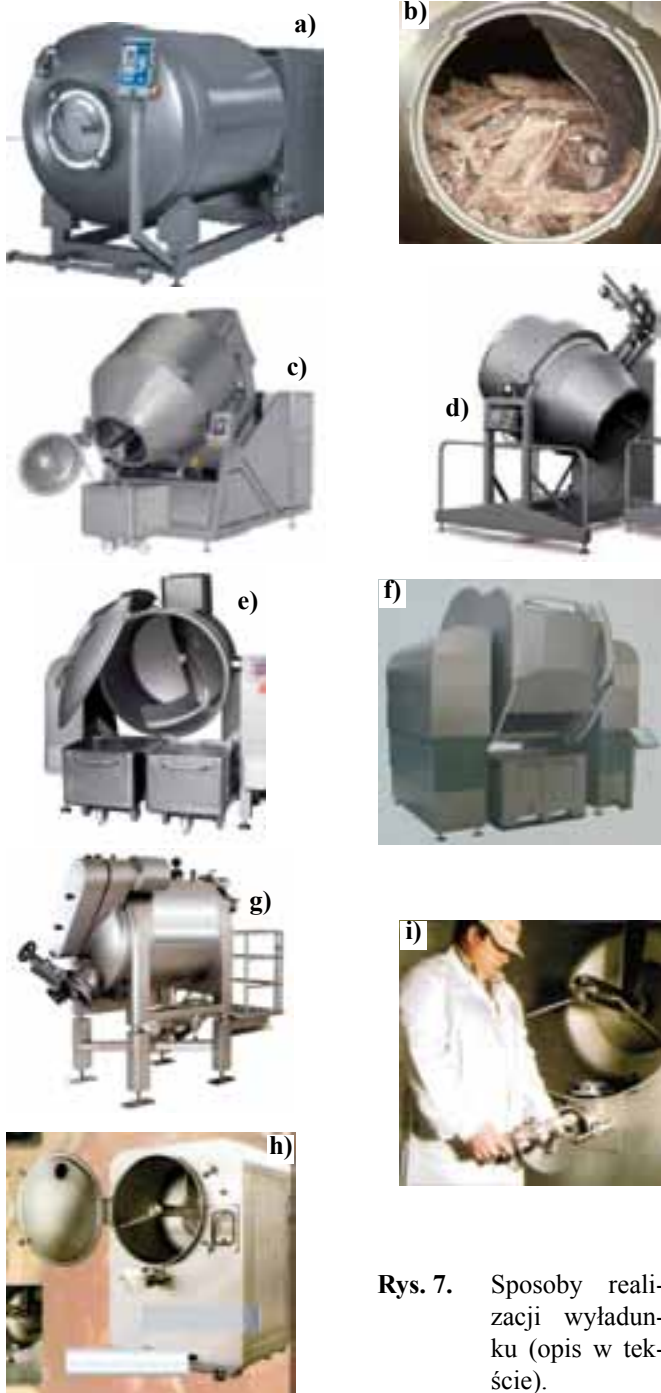


**Rys. 6.** Zespoły załadownicze podciśnieniowe (opis w tekście).

## ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE WYŁADUNKU

Rysunek 7 ilustruje różne typy rozwiązań konstrukcyjnych wyladunku. Na rysunku 7a przedstawiono masownicę o stałej poziomej osi bębna. Wyladunek następuje poprzez obrót bębna w kierunku powodującym wyrzucanie wsadu za pomocą wbudowanej wewnątrz bębna płetwy (rys. 7b). Konstrukcje na rysunkach 7c i 6b posiadają system hydrauliczny zmiany położenia osi bębna. W fazie napełniania i pracy bęben ustawiony jest skośnie, z uniesionym otworem załadowniczym. Za pomocą układu siłownika hydraulicznego możliwe jest unoszenie tylnej części bębna. Poprzez zmianę osi bębna

następuje jego opróżnianie. W czasie załadunku i rozładunku kłapa otworu masownicy jest uchylona w bok na specjalnym mechanizmie zawiasowym.



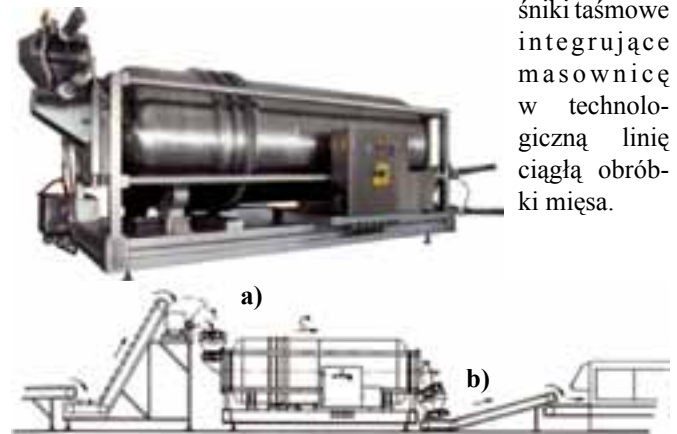
**Rys. 7.** Sposoby realizacji wyładunku (opis w tekście).

Na rysunku 7d pokazano masownicę z mocowaniem bębna na sworzniach umożliwiających zmianę pozycji bębna o kąt 230°. Pozwala to na odwrócenie bębna tak, aby wyładunek był możliwy z przodu lub z tyłu maszyny. Kłapa z własnym mechanizmem napędu zamyka otwór bębna poprzez sterowanie z pulpitu masownicy. Masownice mieszadłowe z uchylnymi zbiornikami opróżniane są do podstawionych wózków poprzez odpowiedni obrót bębna (rys. 7e). Rysunek 7f przedstawia masownicę mieszadłową, ze zbiornikiem mocowanym na dwóch teleskopowych wspornikach, obracanych wokół swej osi poziomej. W ten sposób otwór może być kierowany do dołu w fazie wyładunku, do góry w fazie załadunku masownicy. Otwór załadunkowo-rozładunkowy jest hermeticznym zamykany przez odsuwaną pokrywę widoczną na rysunku.

W trakcie rozładunku zbiornik unoszony jest na słupach teleskopowych, co umożliwia podjazd zbiornikiem farszu pod bęben masownicy i opróżnienie. Na rysunku 7g przedstawiono widok masażera miesadłowego o nieruchomym zbiorniku z otworem wyładunkowym zamykanym zasuwą lub kłapą dokręcaną śrubą. Rysunek 7h i 7i przedstawia widok masownicy mieszadłowej z poziomym nieruchomym zbiornikiem i kłapą czołową obejmującą pełną średnicę bębna. Rozładunek następuje przez otwór (w dolnej strefie płaszcza) połączony ze ślimakowym przenośnikiem usytuowanym poniżej bębna, wyprowadzającym mięso z masownicy do podstawionego pojemnika.

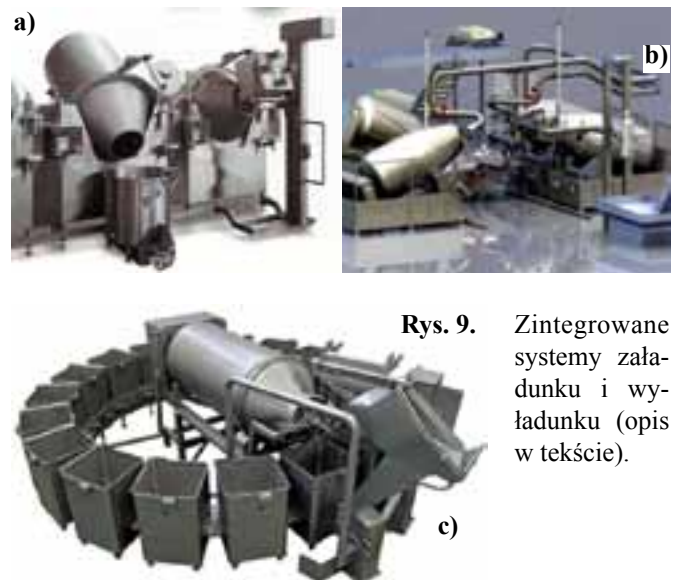
## ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE SPECJALNE ZAŁADUNKU I WYŁADUNKU

Konstrukcję masownicy o pracy ciągłej przedstawiono na rysunku 8a i 8b. Masownica zbudowana jest z długiego cylindra o skośnie ustawionej osi, zakończonego z dwóch stron śluzami: załadowniczą i rozładowniczą. Śluzy umożliwiają ciągłe napełnianie i rozładunek w warunkach zachowania próżni w masownicy. System załadunku i wyładunku uzupełniają przenośniki taśmowe integrujące masownicę w technologiczną linię ciągłą obróbki mięsa.



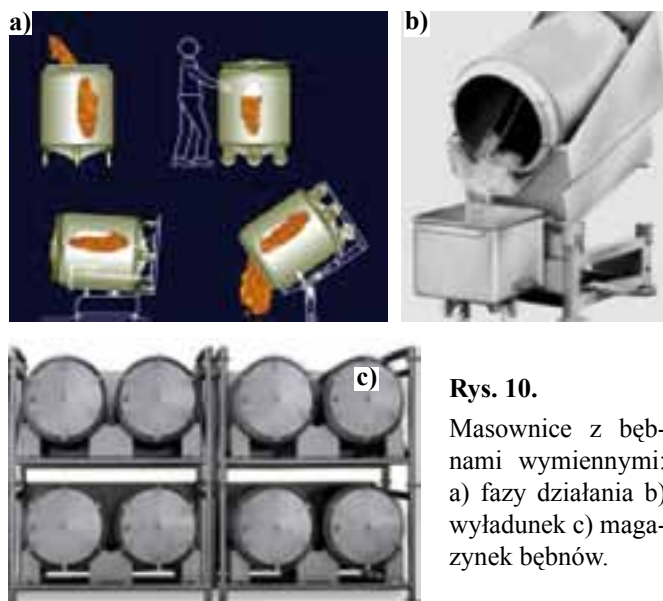
**Rys. 8.** Masownica o pracy ciągłej: a) widok b) schemat pełnego systemu załadunku i wyładunku.

Zintegrowane systemy załadunku i wyładunku w układzie gniazdowym, wielofunkcyjnym masowania przedstawiono na rysunku 9.



**Rys. 9.** Zintegrowane systemy załadunku i wyładunku (opis w tekście).

Na rysunku 9a pokazano gniazdo trzech masownic usytuowanych w rzędzie. Załadunek masownic obsługiwany jest przez jedną wywrotnicę kolumnową, przemieszczaną pod określoną masownicę i prowadzoną przez szynę wzdłuż rzędu masownic. Pokazane na rysunku masownice są w fazie załadunku, wyładunku i pracy. Rysunek 9b pokazuje instalację zasilania podciśnieniowego w gnieździe masownic bębnowych. Rysunek 9c przedstawia gniazdowy system masowania i dojrzewania (marynowania), gdzie jedna masownica pracuje w układzie karuzelowym z wieloma pojemnikami. Masownica współpracuje z zestawem, ustawionych po okręgu pojemników. Producent informuje, że instalacja może przetwarzać w sposób automatyczny, sterowany zgodnie z zadanym programem, bez udziału obsługi, jednocześnie dla różnych typów wyrobów. Instalacja wyposażona jest w system mycia na miejscu (CIP) automatycznie wykonywany pomiędzy kolejnymi operacjami.



**Rys. 10.**

Masownice z bębniami wymiennymi: a) fazy działania b) wyładunek c) magazynek bębnow.

Na rysunku 10 przedstawiono system typu Batch z bębniami wymiennymi, zalecaną do produkcji małych szarż asortymentów. Na rysunku 10a pokazano podstawowe fazy pracy masownicy. Napęd obrotu bębna (faza masowania) i jego przechylenia (rys. 10b) współpracuje z wieloma bębniami. Bębny mają własny układ kółek jezdnych. Dzięki dużym średnicom otworów ułatwiony jest załadunek i rozładunek surowca. Bębny pełnią również rolę pojemników peklowniczych i mogą być składowane na regałach w celu oszczędności powierzchni (rys. 10c).

## PODSUMOWANIE

1. Mechanizmy załadunku i wyładunku są istotną, integralną częścią masownicy i decydują o ich funkcjonalności użytkowania.

2. Na rynku urządzeń dla przetwórstwa mięsnego występuje bardzo bogata oferta wyposażenia technicznego do załadunku i wyładunku masownic. Producenci podają informacje o stosowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych, typach załadunku i wyładunku. Dają to duże możliwości wyboru dla określonego typu masownicy lub całej linii produkcyjnej.

3. Systemy konstrukcji załadunku i wyładunku często przystosowane są do standardowych w przemyśle mięsnym wózków typu „cymbre”.

4. Specyficznym w konstrukcji masownic są systemy załadunku podciśnieniowego, w których wykorzystywane jest wyposażenie masownic w instalacje próżniowe.

5. Oferowane są systemy załadunku i wyładunku zintegrowane z masownicą oraz całą linią marynowania w gniazdach masownic lub pojemników.

6. Masownice zestawione w liniach półautomatycznych lub automatycznych, optymalnie wykorzystują dostępną pojemność urządzenia, redukują kosztowne operacje załadunku i wyładunku. W układach gniazdowych umożliwiają kompleksową realizację potokową procesu technologicznego lub jednoczesnej produkcji kilku asortymentów.

7. W niewielu przypadkach w systemach załadunkowych do masownic wykorzystuje się przenośniki taśmowe i ślimakowe.

8. Systemy załadunku i wyładunku ułatwiają pracę operatorom masownic wykluczając podnoszenie ciężkich pojemników z farszem a także poprawiają stan mikrobiologiczny mięsa, unikając ręcznego przerzucania farszu.

## LITERATURA

- [1] Diakun J., Seńcio M.: Przegląd konstrukcyjno-funkcjonalny masownicy do mięsa, Część I – Masownice bębnowe i mieszałkowe, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2008, nr 1, s. 55-62.
- [2] Jankiewicz L.: Wędzonki parzone, Cz. 2. Technologia produkcji wędlin, Warszawa, PWF, 1999.
- [3] Kaleta A., Wojdalski J.: Przetwórstwo rolno-spożywcze, Wybrane zagadnienia inżyniersko-produkcyjne i energetyczne, Warszawa, SGGW, 2007.
- [4] Królak A.: Techniki Przetwórstwa Mięsa, Warszawa, Hortpress Sp. z o.o., 2003.
- [5] Maciejewski W.: Aparatura i urządzenia techniczne w przemyśle mięsnym, Warszawa, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1994, s. 70.
- [6] Mazur J.: Informator Masarski, Lublin, AR w Lublinie, 2002, s. 12.
- [7] Popko H., Popko R., Popko A.: Maszyny Przemysłu Spożywczego, Przemysł Mięsny, Lublin, Wydawnictwa Uczelniane, 1998.
- [8] Katalogi i materiały reklamowe, filmy reklamowe oraz strony internetowe producentów masownic w Polsce i na świecie.

## CONSTRUCTION-FUNCTIONAL OVERVIEW OF THE MEAT TUMBLING MACHINES

### Part II

### LOADING AND UNLOADING SYSTEMS

#### SUMMARY

*The paper is a continuation of the article at the same main title, where the Part I had a subtitle “Drum and agitator meat tumbling machines”. In this article – Part II, loading and unloading systems were described. The analysis of construction solutions was conducted and useful functionality was estimated on the basis of catalogs’ and websites’ overview of machine producers.*

**Key words:** meat tumbler, loading, unloading.

Dr hab. inż. Agnieszka KALETA, prof. SGGW  
Mgr inż. Aneta CHOJNACKA  
Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## ROZWAŻANIA NA TEMAT METOD ZWIĘKSZANIA EFEKTYWNOŚCI WYMIANY CIEPŁA W WYMIENNIKACH CIEPŁA STOSOWANYCH W PRZEMYŚLE MLECZARSKIM®

*Do pasteryzacji mleka i produktów mlecznych najczęściej wykorzystywane są wymienniki płytowe (zwane pasteryzatorami), w sterylizacji najpopularniejsze są rozwiązania rurowe (sterylizatory). Metody zwiększania efektywności wymiany ciepła zostały podzielone na dwie grupy. Pierwsza z nich obejmuje sposoby wykorzystywane na etapie projektowania. Należą do nich profilowanie płyt oraz dobór wymiennika. Druga grupa odnosi się do metod, które mogą być stosowane w trakcie użytkowania wymienników ciepła. W tym przypadku można regulować natężenie przepływu czynników, a także sterować częstotliwością procesu mycia.*

**Słowa kluczowe:** wymienniki ciepła, przemysł mleczarski, efektywność, natężenie przepływu, współczynnik przenikania ciepła.

### WSTĘP

Aktywny tryb życia, ciągły pośpiech, oszczędność czasu w przygotowywaniu posiłków to czynniki, które spowodowały, że przetwórstwo żywności odgrywa coraz większą rolę. Konsumenci bardzo chętnie nabywają półprodukty i produkty gotowe. W przemyśle mleczarskim szczególnie dużym zainteresowaniem cieszą się jogurty. Spożycie tych produktów w Polsce w roku 2007 wzrosło o blisko 19% w stosunku do roku poprzedniego [19]. Ze względu na wysokie walory odżywcze wielu dietetyków zaleca spożywanie produktów mlecznych 2-3 razy dziennie, szczególnie w postaci mleka, jogurtu i sera.

Istotne znaczenie ma także przechowywanie produktów nabiałowych. Decydujący w tej kwestii jest możliwie jak najdłuższy termin przydatności do spożycia. Z zagadnieniem tym ściśle łączą się procesy obróbki cieplnej, w szczególności sterylizacja. Produkty UHT można bowiem bezpiecznie przechowywać nawet przez okres kilku miesięcy. Procesowi sterylizacji poddawane jest nie tylko mleko, ale również opakowania. Produkty sterylizowane wymagają aseptycznego pakowania, co zapewnia odpowiednią higienę procesu [20]. W zakładzie mleczarskim surowiec (mleko) jest poddawany działaniu procesów cieplnych w celu zapewnienia odpowiedniej jakości produktu. Istnieje wiele technik, które zapewniają otrzymanie bakteriologicznie bezpiecznego mleka. Należy jednak pamiętać, iż każda z nich wywołuje pewne ubytki w wartościach odżywczych gotowego produktu [3]. Na jakość produktu mają wpływ nie tylko reakcje cieplne. Nie można pominąć w tym miejscu osadów gromadzących się na ściankach wymienników jako wyniku reakcji składników mleka na działanie temperatury [8]. Procesy termiczne są realizowane głównie przy użyciu wymienników ciepła. Aparaty te umożliwiają podgrzewanie, a także chłodzenie produktów mlecznych przy zachowaniu odpowiedniej higieny oraz wymagań systemu HACCP.

W przemyśle mleczarskim powszechnie stosowane są dwa rodzaje urządzeń: płytowe i rurowe wymienniki ciepła.

Krótkie porównanie dwóch wspomnianych typów wykazuje, że wymienniki płytowe są bardziej elastyczne jeśli chodzi o wprowadzanie zmian w ich budowie. Można bowiem odpowiednio regulować liczbę płyt w wymienniku. W zestawieniu z wymiennikami rurowymi, płytowe aparaty dają większe możliwości przebudowy. Należy jednak pamiętać, że płyt nie można zestawiać w dowolny sposób [28].

Efektywność jest pojęciem, które nie ma jednoznacznej treści empirycznej. Może być ona rozumiana jako dodatnia cecha działań służących osiągnięciu jakiegoś pozytywnego wyniku [17]. Powszechnie efektywność jest uznawana jako wynik aktywności ekonomicznej będącej współczynnikiem uzyskanego efektu do poniesionych nakładów. Obecnie coraz częściej zagadnienie efektywności łączy się z ekoefektywnością, która ma na celu osiąganie wysokich standardów środowiskowych, a te z kolei przekładają się na zmniejszenie negatywnego wpływu zakładu produkcyjnego na środowisko [26]. Wysoka efektywność może zostać osiągnięta, gdy na przykład zostanie zmniejszone zużycie zasobów naturalnych, ograniczona będzie emisja substancji zanieczyszczających środowisko.

### CEL I ZAKRES

**Celem pracy zaprezentowanej w artykule jest analiza metod zwiększania efektywności wymiany ciepła w wymiennikach ciepła stosowanych w przemyśle mleczarskim.** Zakres artykułu obejmuje omówienie zagadnienia na przykładzie dwóch typów wymienników ciepła (płytowe, rurowe) najczęściej wykorzystywanych w przemyśle mleczarskim. Metody te można przedstawić w dwóch płaszczyznach: sposoby wykorzystywane przez użytkowników wymienników ciepła oraz metody stosowane przez projektantów tych urządzeń.

### POJĘCIE EFEKTYWNOŚCI

Pojęcie efektywności funkcjonuje w praktyce i teorii od momentu pojawienia się człowieka. Istota ludzka od zawsze bowiem chciała „wygodniej żyć”. Efektywność w języku polskim jest utożsamiana z takimi określeniami jak pozytywny wynik, skuteczność, sprawność działania. W literaturze ekonomiczno-rolniczej ocena efektywności bardzo często jest

związana z relacją pomiędzy ilością wytworzonych produktów czyli wynikami (efektami, rezultatami), a ilością zużytych w procesie produkcji czynników czyli nakładami.

Według nauk prakseologicznych wydajność określa się jako formę ekonomiczności z punktu widzenia skuteczności działań. W technice, podobnie jak w ekonomii, wydajność oznacza uzyskany efekt w jednostce czasu. Wydajność procesu technologicznego jest określana jako stosunek ilości produktu otrzymanego w określonym czasie trwania procesu do ilości produktu określonej teoretycznie w tym samym czasie [17].

W rozważaniach na temat efektywności należy brać pod uwagę także względy środowiskowe, aby działalność ludzka była przyjazna otoczeniu i nie wywoływała trwałych zmian. Efektywność energii może być definiowana jako spadek zużycia energii, który ma miejsce na etapie przetwarzania, przekazywania, dystrybucji lub końcowego użycia wpływającego na zmiany w technologii, zapewnienie tego samego lub wyższego poziomu produkcji [27]. Źródłem około 90% energii są paliwa kopalne: węgiel 25%, ropa 40%, gaz 25% [24]. Ograniczone pozyskanie energii ze źródeł kopalnych oraz kwestia środowiska będzie prawdopodobnie kierowała uwagę konsumentów w kierunku ekologicznej gospodarki energią. Efektywna gospodarka łączy się bezpośrednio ze zmniejszeniem kosztów prowadzenia działalności (opłacalność). Wpływa to także na ograniczenie zanieczyszczenia środowiska (ścieki). Określenie współczynników takich jak zużycie energii elektrycznej (kWh/1000 l mleka), zużycie paliw (kg/1000 l mleka), itp. pozwala na kontrolę i zmniejszenie niepokojących wartości tych wskaźników [27].

Efektywność cieplna  $\varepsilon$  wymiennika to stosunek dwóch mocy cieplnych [11]:

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{\max}} \quad (1)$$

przy czym:  $\dot{Q}$  – aktualna moc cieplna, W;

$\dot{Q}_{\max}$  – maksymalna możliwa moc cieplna, W.

Maksymalna możliwa wielkość  $\dot{Q}_{\max}$  jest ograniczona w wymienniku ciepła różnicą temperatur czynników na wejściu do tego wymiennika, czyli przez  $\Delta t_{\max} = t_{pg} - t_{pz}$  (przy czym  $t_{pg}$  jest temperaturą początkową czynnika gorącego, a  $t_{pz}$  oznacza temperaturę początkową czynnika zimnego).

Wobec powyższych informacji w dalszej części analizy efektywność będzie traktowana jako wydajność (efektywna wymiana, wydajna wymiana) określana przy pomocy strumienia ciepła  $\dot{Q}$ . Wymiarowym sposobem na wyrażenie wydajności jest *strumień ciepła*  $\dot{Q}$ , który wyznacza się z następującej zależności:

$$\dot{Q} = kF\Delta t_m \quad (2)$$

w której:  $k$  – współczynnik przenikania ciepła, W/(m<sup>2</sup>K);

$F$  – powierzchnia wymiany ciepła, m<sup>2</sup>;

$\Delta t_m$  – średni spadek temperatury nazywany średnią logarymiczną, K (lub °C).

Aby wymiana ciepła była efektywna, z przemysłowego punktu widzenia (tj. produktu końcowego), należy dążyć do osiągnięcia jak największych wartości  $\dot{Q}$ .

W przedstawionym wzorze  $\dot{Q}_{\max}$  przyjmuje wartość stałą, wobec czego wzrost osiąganego strumienia ciepła wpłynie na wzrost ogólnej efektywności  $\varepsilon$ .

## OMÓWIENIE METOD ZWIĘKSZANIA EFEKTYWNOŚCI WYMIANY CIEPŁA W WYMIENNIKACH CIEPŁA

Do metod zwiększających efektywność wymiany ciepła można zaliczyć:

- dobór odpowiedniego profilu płyty,
- dobór odpowiedniego wymiennika ciepła,
- odpowiednie sterowanie natężeniem przepływu,
- właściwe mycie wymiennika ciepła.

### Profil płyty

Wymienniki ciepła zaczęto stosować na skalę przemysłową od około 1923 roku. W tamtym okresie, Seligmann wynalazł płytowy wymiennik ciepła przeznaczony dla przemysłu mleczarskiego [18].

Pakiet płyt jest jednym z elementów konstrukcyjnych stanowiącym największą część wymiennika płytowego i spełniającym zasadniczą funkcję. Płyty tworzą powierzchnię roboczą i umożliwiają wymianę ciepła między czynnikami przepływającymi przez wymiennik. Każda z płyt zawiera trzy podstawowe elementy, przedstawione na rysunku 1.



A – główna strefa wymiany ciepła, usytuowana w środkowej części płyty, stanowi obszar krytyczny dla wytworzenia przepływu o najwyższej burzliwości, zgodnie z wymaganym spadkiem ciśnienia.

B – obszar dystrybucji, występujący w górnej i dolnej części płyty, odpowiada za równomierne rozprowadzenie mediów na całej szerokości płyty, eliminując w ten sposób „martwe” przestrzenie.

C – główny element narożnej części płyty stanowi otwór – króciec wlotowy zaprojektowany dla niskiego spadku ciśnienia, jak również dla mniejszych prędkości przepływu. Króćce umożliwiają doprowadzenie czynników do wymiennika, a także ich późniejsze odprowadzenie.

Rys. 1. Główne części płyty w wymienniku ciepła.

Proces przepływu (wymiany) rozpoczyna się w miejscu usytuowania otworów (na rys. 1-C). Płyn jest doprowadzony do odpowiednich kanałów. Płyty o zaślepionych otworach dają możliwość zmiany kierunku przepływu czynnika, tworząc w ten sposób układ wielobiegowy (szeregowy, równoległy lub mieszany) [28]. Następnie płyn przepływa przez obszar B, aby w centralnej części płyty doszło do wymiany ciepła. Wielkość powierzchni płyty jest bardzo istotna, a to przekłada się na jej ukształtowanie, czyli sposób w jaki jest

wyżłobiony profil płyty. Obecnie dąży się do tego, aby powierzchnia płyt była jak największa, ale równocześnie by zestaw płyt zajmował możliwie mało miejsca. Profil płyty jest to rodzaj wzoru oraz głębokość wytłoczenia tego wzoru na płycie wymiennika. W wyniku tego wytłoczenia (profilu) płyta jest silnie „pofalowana”, co zwiększa jej powierzchnię i zapewnia większą sztywność [12, 28]. Wymiary zewnętrzne dwóch dowolnych płyt (tj. długość i szerokość) mogą przyjmować bardzo podobne wartości, natomiast parametry takie jak powierzchnia płyty i pojemność kanałów mogą w tych dwóch przypadkach osiągać różne wartości. Jest to spowodowane innym układem wzorów na płytach (profil), jak również głębokością ich wytłoczenia. Oprócz odpowiedniej wielkości, płyta powinna spełniać także inne wymagania, a między innymi to, że kanały przepływowe powinny być dostosowane do właściwości medium przepływającego przez wymiennik.

Płyty o takim samym profilu oraz powierzchni mogą różnić się między sobą. W tym przypadku wyróżnikiem jest kąt wytłoczenia. Zwykle wytłoczenia wykonane pod kątem 30° optycznie wydają się być poziome. Patrząc na płytę, której profil wytłoczono pod kątem 60° można uznać, że wzory układają się pionowo.

Profil płyt przyczynia się nie tylko do zwiększenia powierzchni płyty, ale także do zwiększenia turbulencji przepływu. Jest to korzystne, gdyż podczas przepływu turbulentnego wymiana ciepła przebiega szybciej niż miałoby to miejsce w przypadku przepływu laminarnego.

Ze względu na zanieczyszczenia gromadzące się na ściankach wymienników niewskazane są powierzchnie chropowate [15]. Badania [2] wykazały silny związek pomiędzy wzorem płyty i tendencją do powstawania osadu. Wysoki stopień turbulencji w wymiennikach ciepła ogranicza gromadzenie się osadów na gorącym zakończeniu płyty, co i tak w rezultacie redukuje wymieniane ciepło nawet do 20%.

### Dobór wymiennika ciepła

Działania związane z wyborem wymiennika ciepła są wspomagane programami komputerowymi, przygotowanymi przez producentów urządzeń. Do najbardziej istotnych parametrów, jakie należy brać pod uwagę przy wyborze wymiennika ciepła należą:

- temperatury początkowe (wejściowe) i końcowe (wyjściowe) czynników, między którymi następuje wymiana ciepła,
- natężenie przepływu, określające z jaką prędkością czynniki przepływają przez wymiennik ciepła,
- współczynnik przenikania ciepła,
- strumień wymienianego ciepła,
- powierzchnia wymiany ciepła.

Bardzo często brane są pod uwagę także dopuszczalne spadki ciśnień, głębokość kanałów (w zależności od struktury czynników, np. zawartości cząstek stałych), wzór wytłoczenia tych kanałów i inne. Stopień szczegółowości wprowadzanych danych zależy od stopnia złożoności programu, od liczby operacji jakie wykonuje.

Dla osiągnięcia optymalizacji doboru wymienników ciepła należy pamiętać o zalecanym zapasie powierzchni. Wymagane przewymiarowanie uwzględnia nie tylko zanieczyszczenia,

ale także zmianę właściwości fizykochemicznych czynników, niedokładność projektu czy też zmianę warunków pracy instalacji [5].

L. Zander i Z. Zander [28] przedstawili ogólny tok postępowania projektowego przy komponowaniu konfiguracji połączeń w płytowym wymienniku ciepła. Opisany tok postępowania wyjaśnia zasady, jakimi kierują się producenci gotowych aparatów oraz umożliwia inżynierowi opracowanie konfiguracji wymienników dostosowanych do konkretnych potrzeb.

Aparatura przeznaczona do realizacji operacji w przemyśle spożywczym powinna być zaprojektowana tak, aby nie tylko spełniała mechaniczne funkcje, należy także pamiętać o wymiarze higienicznym. Żadna liczba zasad HACCP-u w kwestii zarządzania półproduktami czy materiałem surowym oraz zarządzania w obszarze obsługi maszyn nie jest w stanie zrekomensować wad urządzeń zaprojektowanych w stopniu niewystarczającym pod względem higienicznym [4].

Jednocześnie są opracowywane modele matematyczne pracy wymienników ciepła oparte na teorii przepływu płynów i wymiany ciepła. Symulacje komputerowe przeprowadzone z wykorzystaniem tych modeli pozwalają dogłębniej poznać warunki pracy wymienników ciepła stosowanych w przemyśle mleczarskim. Sahoo i in. [21] opracowali iteracyjną technikę wyznaczania współczynnika przenikania ciepła. Sahoo i in. [22] sformułowali matematyczny model pozwalający przewidywać narastanie osadu (kamienia) mlecznego w wymienniku ciepła w funkcji czasu i miejsca. Z przeprowadzonych symulacji wynika, że zjawisko powstawania tego osadu zależy od temperatury na powierzchni międzyfazowej osad-płyn i od naprężeń w płynie przy powierzchni wymiany ciepła. Nema i Datta [15, 16] opracowali model, który umożliwia kontrolę temperatury lub ciśnienia pary, co pozwala na przeciwdziałanie spadkowi temperatury mleka (na wyjściu z wymiennika) spowodowanego narastaniem kamienia mlecznego. Autorzy stwierdzili, że model ten po odpowiednich modyfikacjach, może znaleźć zastosowanie w przemysłowych sterylizatorach. Uzyskane wyniki symulacji potwierdzają spostrzeżenia sformułowane w pracy [22]. Matematycznym modelowaniem pracy wymienników ciepła stosowanych w przemyśle mleczarskim uwzględniającym powstawanie osadu mlecznego zajmowano się również w pracach [1, 7, 8, 13]. Jednocześnie są rozpatrywane energooszczędne systemy pasteryzacji mleka, takie jak np. składające się z regeneracyjnego wymiennika ciepła, pomocniczego ogrzewacza i pompy ciepła [23].

### Natężenie przepływu

Aby uzyskać założone natężenie strumienia ciepła, konieczna jest odpowiednia różnica temperatur. Procesy przepływu ciepła można więc regulować za pomocą regulacji temperatury. Dla posiadacza (użytkownika) wymiennika ciepła (pasteryzatora lub sterylizatora) najważniejszym parametrem jest temperatura wyjściowa produktu, tj. temperatura otrzymywana po zakończeniu procesu termicznego na wyjściu z wymiennika ciepła. W niektórych przypadkach jest ona punktem krytycznym HACCP. Oznacza to, że parametr ten jest kontrolowany ze względu na jego istotne znaczenie z punktu widzenia jakości produktu. W celu sprawdzenia warunków pasteryzacji czujnik temperatury powinien być zainstalowany na końcu przytrzymywacza (tu odbywa się właściwa pasteryzacja). W warunkach przemysłowych jest dopuszczalny

spadek temperatury w pasteryzatorze (pomiędzy temperaturą wejściową a wyjściową w przytrzymywaczu), wynoszący nie więcej niż 0,1°C [14]. Jeżeli temperatura mleka mierzona na wyjściu z wymiennika, nie osiągnie zadanej wartości, to mleko jest ponownie kierowane do wymiennika w celu powtórnej obróbki cieplnej. Juszka i Tomasik [10] opracowali koncepcję automatycznego systemu sterowania procesem pasteryzacji mleka oraz wizualizacji tego procesu umożliwiającą: 1) bardzo dokładną kontrolę procesu poprzez prowadzenie pełnej archiwizacji danych procesowych (warunków pracy, zadawanych parametrów wejściowych), późniejszą analizę i weryfikację; 2) bieżącą kontrolę i regulację temperatury wyjściowej produktu w czasie trwania procesu; 3) planowanie zadań produkcyjnych, dynamiczną zmianę programów produkcji, lokalizowanie tzw. wąskich gardeł.

Równoległe do procesu kontroli temperatury odbywa się sterowanie przepływem, zarówno wody (pary) jak i mleka. Jeżeli temperatura wyjściowa mleka spada, wtedy zostaje obniżone jego natężenie przepływu. Jeżeli ten zabieg nie przynosi oczekiwanych efektów (nadal nie jest możliwe osiągnięcie odpowiedniej temperatury pasteryzacji), może zostać podniesiona temperatura wody lub natężenie przepływu wody ogrzewającej sekcję pasteryzacji. Podwyższenie temperatury pary wodnej jest również jednym ze sposobów pokonania problemu spadku temperatury mleka (wywołanego narastaniem osadu mlecznego) i umożliwienia przedłużenia czasu trwania procesu sterylizacji zanim proces ten zostanie zatrzymany w celu umycia wymiennika. Za pomocą matematycznego modelu można wyznaczać jaki powinien być wzrost temperatury pary wodnej niezbędny do utrzymania wymaganej temperatury sterylizacji mleka [15, 16].

Natężenie przepływu mleka jest takie samo w całym wymienniku ciepła. Tak więc w sekcji chłodzenia (przy obniżonym natężeniu przepływu mleka) nie zawsze jest konieczne zwiększanie przepływu wody chłodzącej. Zmniejszenie natężenia przepływu mleka powoduje wydłużenie czasu trwania wymiany ciepła. W takiej sytuacji obniżeniu ulega wydajność wymiennika ciepła wyrażona w l/h, a więc zostanie wyprodukowana mniejsza ilość produktu. Jest to informacja, że wymiennik stracił swoją efektywność i należy go umyć w celu przywrócenia pierwotnych parametrów pracy.

### Proces mycia

Czystość maszyn i urządzeń wchodzących w skład linii produkcyjnych odgrywa bardzo duże znaczenie w utrzymaniu higienicznych warunków w czasie produkcji mleka. Mycie ma na celu usunięcie pozostałości mleka, kamienia mlecznego oraz innych zanieczyszczeń. Proces powstawania kamienia mlecznego jest jednym z głównych wyzwań zarówno dla praktyków jak i dla badaczy. Właściwa i efektywna kontrola powstawania tego osadu wymaga precyzyjnego pomiaru jego ilości, grubości i rozkładu. Dotychczas nie podano jeszcze kompletnego i zadawalającego mechanizmu tworzenia się kamienia mlecznego w wymiennikach ciepła [16].

Znane są dwa rodzaje osadów mlecznych. Pierwszy z nich to osad stosunkowo miękki, tworzący się w temperaturze 75-115°C. Ze względu na wysoką zawartość białka (50-70% mas.) ten typ kamienia jest nazywany białkowym. Drugi typ osadu jest formowany w wyższych temperaturach, powyżej 110°C. Jest twardy, ma strukturę granulatu o dużej zawartości składników mineralnych (do 80% mas.) i dlatego jest nazywa-

ny osadem mineralnym. Stwierdzono, że na rodzaj powstającego osadu ma wpływ skład mleka zależny od pory roku czy „wieku” mleka (świeże mleko poddane bezpośrednio obróbce cieplnej powoduje mniejszy osad niż mleko przetwarzane po kilku dniach przechowywania w chłodni). Wielu badaczy [9] wykazało korelację między denaturacją białek w mleku i tworzeniem się kamienia w wymiennikach ciepła. Badania doświadczalne wykazały, że  $\beta$ -laktoglobulina odgrywa główną rolę w procesie powstawania osadu. Denaturacja tego białka i tworzenie się osadu występuje równocześnie podczas przepływu mleka przez wymiennik ciepła. Powstawanie kamienia w danym miejscu aparatu jest rozpatrywane jako heterogeniczna reakcja adsorpcji składników mleka na powierzchni. Białka łączą się w agregaty, które są transportowane do ściany wymiennika ciepła, na której adsorbują tworząc kamień [9]. Na szybkość tworzenia się osadu mają wpływ również geometria płyt wymiennika, warunki hydrodynamiczne panujące w aparacie, obecność pęcherzyków powietrza w mleku i rodzaj materiału, z którego zrobione są płyty [8]. W aparatach przepływowych, w których występują duże siły ścinania, powstający osad jest cieńszy, jego grubość dochodzi tylko do kilku mikronów, jest on jednak bardziej zbity. W pozostałych aparatach grubość kamienia może dochodzić nawet do kilku centymetrów [12]. Grubość osadu nie jest równomierna w całym wymienniku, co jest zapewne spowodowane rozkładem temperatur w aparacie [6, 7].

W przemyśle mleczarskim gromadzenie się kamienia mlecznego jest zjawiskiem trudnym do uniknięcia. Eksperymenty pokazują, że tworzenie się osadu można ograniczyć obniżając temperaturę ścian aparatu, zwiększając turbulencję i prędkość przepływu mleka [15]. Pewną alternatywą może okazać się użycie żywnościowych substancji powierzchniowo czynnych. Takie rozwiązanie może przyczynić się do stworzenia „współzawodnictwa” podczas procesu adsorpcji między substancją powierzchniowo-czynną a cząsteczkami białka, co pozwoli na uniknięcie formowania się kamienia na powierzchniach wymienników ciepła. Natomiast dodanie emulgatora może zapobiec łączeniu się białek w agregaty [13].

Mycie przeprowadza się za pomocą chemicznych środków myjących. Do mycia instalacji nabiałowej jest stosowane najczęściej mycie dwufazowe (ługowanie i kwasowanie). Najpopularniejszym rozwiązaniem jest metoda CIP (ang. cleaning in place). Stacje CIP są na trwałe połączone z linią technologiczną, a w czasie normalnej pracy urządzeń (podczas przepływu mleka) system ten jest odłączony za pomocą odpowiednich zaworów. Stacje CIP umożliwiają ponowne wykorzystanie wody (wcześniej posłużyła do płukania wymiennika) do przygotowania roztworów myjących. Takie rozwiązanie pozwala na częściowe ograniczenie zużycia wody [25]. W zakładach mleczarskich jednostkowe zużycie wody wyrażone w litrach na kilogram produktu mieści się w granicach 2, 21-9, 44 [26]. Wskaźnik ten jest ściśle związany z gospodarką wodno-ściekową. Ta z kolei pociąga za sobą koszty związane z energochłonnością oczyszczania ścieków mleczarskich o dużym ładunku chemicznym.

Obecność osadów zalegających na ściankach wymiennika jest niekorzystna przede wszystkim z dwóch powodów. Ze względów higienicznych, gdyż osady zawierające składniki mleka stanowią dobre podłoże dla rozwoju bakterii. Natomiast z drugiej strony osady te tworzą warstwę izolacyjną, która utrudnia i zakłóca przepływ płynu jak też wymianę cie-



pła. To z kolei powoduje wzrost spadku ciśnienia i może wywołać pogorszenie jakości produktu. Konieczne jest usuwanie osadu, co skraca bieżący czas pomiędzy cyklami mycia, a to powoduje wzrost kosztów [1].

W sytuacji, gdy wymiana ciepła będzie następowała w sposób prawidłowy (parametry procesu zostaną osiągnięte), ale proces ten będzie pochłaniał nadmierną ilość energii, trzeba przeprowadzić proces mycia. Powody jego zastosowania nie wypływają wtedy ze względów higienicznych. Mycie jest zwykle podyktowane względami higienicznymi, ale może być także traktowane jako czynnik wpływający na zwiększenie efektywności pracy pasteryzatora lub sterylizatora.

W jaki sposób warstwa osadu wpływa na pogorszenie warunków wymiany ciepła? Zagadnienie to zostanie przedstawione na przykładzie chłodzenia mleka po pasteryzacji. W obliczeniach założono, że proces ten odbywa się w siedmiururowym wymienniku ciepła. Zakres temperatur czynników wynosi odpowiednio dla mleka 54-25°C, dla wody 7-25°C, co oznacza, że mleko jest chłodzone do temperatury 25°C.

Współczynnik przenikania ciepła  $k_1$  dla przegrody rurowej jest wyznaczony ze wzoru:

$$\frac{1}{k_1} = \frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2\lambda_s} + \frac{\ln \frac{d_{2os}}{d_{1os}}}{2\lambda_{os}} + \frac{1}{\alpha_2 d_2} \quad (3)$$

przy czym:

- $\alpha_1$  – współczynnik wnikania ciepła do powierzchni wewnętrznej, W/(m<sup>2</sup>K);
- $\alpha_2$  – współczynnik wnikania ciepła od powierzchni zewnętrznej, W/(m<sup>2</sup>K);
- $\lambda$  – współczynnik przewodzenia ciepła w materiale rurek, W/(mK);
- $d_1$  – wewnętrzna średnica rurek, m;
- $d_2$  – zewnętrzna średnica rurek, m. Indeks *os* odnosi się do osadu, a *s* do ścianki.

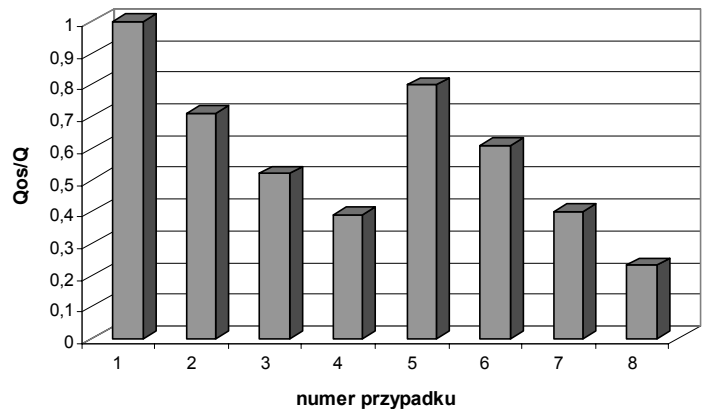
W zależności od grubości osadu, otrzymujemy różne wartości strumienia ciepła, które wyznacza się z zależności:

$$\dot{Q} = k_1 \pi L \Delta t_m \quad (4)$$

przy czym:  $L$  – długość rurek, m.

Na rysunku 2 przedstawiono zmiany strumienia ciepła  $\dot{Q}_{os}$  spowodowane powstawaniem osadu w stosunku do strumienia ciepła w wymienniku bez osadu  $\dot{Q}$  dla kamienia mlecznego i/lub kotłowego o różnych grubościach.

W przypadku 5, 6 i 7 została pokazana sytuacja narastania kamienia od zewnętrznej strony rurek. Wymienniki ciepła są myte regularnie od strony przepływu produktu spożywczego. Dochodzi jednak do powstawania kamienia także po stronie wody, zwłaszcza jeśli jest to woda gorąca. Obecnie mleczarnie stosują wodę uzdatnioną, co przyczynia się do powolniejszego powstawania kamienia. Tak więc w przypadku pasteryzacji może występować zarówno kamień mleczny (powszechne zjawisko) jak i kamień kotłowy (znacznie rzadziej). Przypadek 8 opisuje sytuację krytyczną, w której osad występuje po obu stronach rur.



**Rys. 2.** Zmiany strumienia ciepła  $\dot{Q}_{os}$  spowodowane powstawaniem osadu w stosunku do strumienia ciepła w wymienniku bez osadu  $\dot{Q}$ : 1-brak osadu; 2-kamień mleczny o grubości 0,0001 m; 3-kamień mleczny o grubości 0,00025 m; 4-kamień mleczny o grubości 0,0005 m; 5-kamień kotłowy o grubości 0,0001 m; 6-kamień kotłowy o grubości 0,00025 m; 7-kamień kotłowy o grubości 0,0005 m; 8-kamień mleczny wewnątrz rury o grubości 0,0005 m i kamień kotłowy na zewnątrz rury o grubości 0,0005 m.

Z rysunku wynika, że osad w znaczący sposób wpływa na spadek wartości strumienia wymienianego ciepła. Spadek ten jest większy ze wzrostem grubości osadu, przy czym kamień mleczny bardziej niekorzystnie wpływa na wymianę ciepła niż kamień kotłowy. Osad mleczny o grubości 0,0001 m (przypadek 2) powoduje, że strumień wymienianego ciepła wynosi 0,75 strumienia ciepła wymienianego w wymienniku bez osadu, dla osadu o grubości 0,00025 m (przypadek 3) wartość ta wynosi 0,55, a dla osadu o grubości 0,0005 m (przypadek 4) już tylko 0,39. W przypadku kamienia kotłowego stosunek strumienia ciepła wymienianego w wymienniku z osadem do strumienia ciepła wymienianego w wymienniku bez osadu wynosi kolejno: dla osadu o grubości 0,0001 m (przypadek 5) 0,82, dla osadu o grubości 0,00025 m (przypadek 6) 0,64 a dla osadu o grubości 0,0005 m (przypadek 7) 0,42. Bardziej niekorzystny wpływ kamienia mlecznego na wymianę ciepła jest spowodowany mniejszą wartością jego współczynnika przewodzenia ciepła w stosunku do tego współczynnika dla kamienia kotłowego. Jeżeli oba rodzaje osadu o grubości 0,0005 m występują jednocześnie (przypadek 8) omawiany parametr wynosi 0,26.

## WNIOSKI

Na efektywność wymiany ciepła mogą wpływać następujące czynniki:

- Profil płyty

Bardziej wyprofilowane płyty dają większą powierzchnię wymiany ciepła. Nie zawsze należy dążyć do zwiększania powierzchni grzejnej. Liczy się również wzór, jego ułożenie, a szczególnie kąt wytłoczenia wzoru na płycie. Płyty o kącie wytłoczenia 30° przyczyniają się do bardziej burzliwego przepływu i w porównaniu do płyt tłoczonych pod kątem 60° są mniej narażone na zarastanie kamieniem, co sprzyja dużym wartościom współczynnika przenikania ciepła.

▪ Dobór wymiennika ciepła

Jeśli dwa wymienniki ciepła spełniają warunki wymiany ciepła w takim samym stopniu, wtedy za reguły jest wybierany najtańszy. W takim przypadku decydują względy ekonomiczne, co przekłada się na efektywność ekonomiczną. Jeśli jednak dwa różne wymienniki spełniają warunki wymiany ciepła w różnym stopniu, należałoby wybrać ten model, który osiąga wyniki najbardziej zbliżone do optymalnych ze względu na technologię procesu.

▪ Natężenie przepływu

Spadek natężenia przepływu mleka spowoduje w konsekwencji spadek wydajności pasteryzatora/sterylizatora. Natomiast wzrost natężenia nie może następować w dowolnych granicach, gdyż pompa współpracująca z wymiennikiem ciepła ma określoną wydajność. Pomimo tego, że regulacja natężenia przepływu ma skutek krótkotrwały, jest stosowana wtedy, gdy pod koniec procesu technologicznego występują zakłócenia temperaturowe ze względu np. na powstawanie osadu. W takiej sytuacji przerwanie procesu w celu mycia instalacji jest nieekonomiczne i wtedy należy regulować natężenie przepływu czynników w odpowiednich granicach.

▪ Proces mycia

Konieczność mycia jest podyktowana głównie (choć nie tylko) zaleceniami higienicznymi. Jeśli warunki wymiany ciepła są zakłócone i produkt opuszczający wymiennik ciepła nie osiąga wymaganej przez technologię procesu temperatury, należy przeprowadzić mycie instalacji w celu poprawy warunków pracy pasteryzatora/sterylizatora. Mycie usuwa osad z kamienia mlecznego i kotłowego powodując zmniejszenie współczynnika przenikania ciepła i dlatego przyczynia się do zwiększenia efektywności wymiany ciepła. Mycie jest procesem krótkotrwałym, ale efekt utrzymuje się przez całą dobę.

## LITERATURA

- [1] Ansari I. A., Sharma M., Datta A. K.: Milk fouling simulation in a double heat exchanger, *International Comm. of Heat and Mass Transfer*, 2003, 30 (5), 707-716.
- [2] Bansal B., Müller-Steinhagen H., Chen X. D.: Performance of plate heat exchangers during calcium sulphate fouling – investigation with an in-line filter, *Chemical Engineering and Food Processing*, 2000, 39, 507-519.
- [3] Birlouez- Aragon I., Sabat P., Gouti N.: A new method for discriminating milk heat treatment, *International Dairy Journal*, 2002, 12, 59-67.
- [4] Dennis C.: Engineering and enhanced product confidence and safety, *Journal of Food Science*, 2004, 5, 255-257.
- [5] Figiel P.: Optymalizacja doboru płytowych wymienników ciepła, *Chłodnictwo*, 2002, 6, 22-23.
- [6] Galeazzo F. C. C., Miura R. Y., Gut J. A. W., Tadini C. C.: Experimental and numerical heat transfer in a plate heat exchanger, *Chemical Engineering Science*, 2006, 61, 7133-7138.
- [7] Georgiadis M. C., Macchietto S.: Dynamic modelling and simulation of plate heat exchangers under milk fouling, *Chemical Engineering Science*, 2000, 55, 1605-1619.
- [8] Grijpeerd K., Mortier L., De Block J., Van Renterghem R.: Applications of modelling to optimise ultra high temperature milk heat exchangers with respect to fouling, *Food Control*, 2004, 15, 117-130.
- [9] Jong P.: Impact and control of fouling in milk processing, *Trends in Food Science and Technology*, 1997, 8, 401-405.
- [10] Juszka H., Tomasik M.: Wizualizacja procesu przepływowej pasteryzacji mleka, *Acta Scientiarum Polonorum, Technica Agraria*, 2005, 4 (1), 77-83.
- [11] Kostowski E.: Przepływ ciepła, Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2000.
- [12] Kukulka D. J., Devgun M.: Fluid temperature and velocity effect on fouling, *Applied Thermal Engineering*, 2007, 27, 2732-2744.
- [13] Mahdi Y., Mounheb A., Oufier L.: A dynamic model for milk fouling in a plate heat exchanger, *Applied Mathematical Modelling*, 2009, 33, 648-662.
- [14] Morison K. R.: Steady-state control of plate pasteurizers, *Food Control*, 2005, 16, 23-30.
- [15] Nema P. K., Datta A. K.: A computer based solution to check the drop in milk outlet temperature due to fouling in a tubular heat exchanger, *Journal of Food Engineering*, 2005, 71, 133-142.
- [16] Nema P. K., Datta A. K.: Improved milk fouling simulation in a helical triple tube heat exchanger, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 2006, 49, 3360-3370.
- [17] Praca zbiorowa pod redakcją Cygana Z.: Efektywność eksploatacji systemów technicznych, Warszawa, PWN, 1990.
- [18] Riberio Jr C. P., Andrade H. C.: An algorithm for steady-state simulation of plate heat exchangers, *Journal of Food Engineering*, 2002, 53, 59-66.
- [19] Rynek mleka 2008, 34, 13, Dział Wydawnictw IERiGŻ-PIB.
- [20] Sahoo P. K., Ansari I. A., Datta A. K.: Computer-aided design and performance evaluation of an indirect type helical tube ultra-high temperature (UHT) milk sterilizer, *Journal of Food Engineering*, 2002, 51, 13-19.
- [21] Sahoo P. K., Ansari I. A., Datta A. K.: A computer based iterative solution for accurate estimation of heat transfer coefficients in a helical tube heat exchanger, *Journal of Food Engineering*, 2003, 58, 211-214.
- [22] Sahoo P. K., Ansari I. A., Datta A. K.: Milk fouling simulation in helical triple tube heat exchanger, *Journal of Food Engineering*, 2005, 69, 235-244.
- [23] Söylemez M. S.: Optimum heat pump in milk pasteurizing for dairy, *Journal of Food Engineering*, 2006, 74, 546-551.
- [24] Vidil R., Marvillet Ch.: The innovation process in the energy field, *Energy*, 2005, 30, 1233-1246.
- [25] Wojdalski J., Drózd B.: Effect of various technical and organization-production factors on water consumption in milk production, *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW*, 2002, 42, 51-57.

- [26] Wojdalski J., Drózd B.: Ekoefektywność przemysłu mleczarskiego, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2008, 1, 89-92.
- [27] Wojdalski J., Drózd B., Brocki H.: Effectiveness of electrical energy and water consumption in a small-size dairy processing plant, *TEKA Komitetu Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa*, 2008, 8, 303-309.
- [28] Zander L., Zander Z.: Projektowanie płytowych wymienników ciepła, *Instalacje Sanitarne*, 2003, 2 (7), 27-30.

## CONSIDERATION ON METHODS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE IN HEAT EXCHANGERS APPLIED IN DAIRY INDUSTRY

### SUMMARY

*Plate heat exchangers (called pasteurizers) are most often used for pasteurization of milk and dairy products. Tubular heat exchangers (called sterilizers) are most popular in sterilization. The methods of increasing the efficiency of heat exchange are divided into two groups. The first one includes the ways used in the stage of design to which the profiling of plates and the selection of heat exchangers belong. The second group concerns the methods which can be applied during the usage of heat exchangers. In this case, the intensity of a media flow can be regulated and the frequency of wash process can be controlled.*

**Key words:** heat exchangers, dairy industry, efficiency, intensity of a media flow, heat transfer coefficient.

Mgr inż. Magdalena KOSTECKA  
Dr Marta ŁOBACZ  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## LIPIDY MIĘSA KURZEGO – TŁUSZCZ NIE(D)OCENIONY

### Część I

## CHARAKTERYSTYKA TŁUSZCZU KURZEGO I WYBRANE METODY MODYFIKACJI®

*Tłuszcz kurzy stanowiący jeden z odpadów produkcyjnych w przemyśle mięsnym, jest surowcem tanim i produkowanym w znacznych ilościach, ale nieatrakcyjnym dla konsumentów. W porównaniu z tłuszczem ssaków odznacza się bardzo pożądanym składem kwasów tłuszczowych. Mimo to tłuszcz kurzy do XXI wieku nie był tematem wielu badań. W artykule przedstawiono informacje dotyczące charakterystyki tłuszczu kurzego i przykłady wybranych metod jego modyfikacji przeprowadzonych głównie w ostatnich latach, takich jak: acydoliza, transestryfikacja oraz pośrednio przez modyfikacje pasz.*

### WPROWADZENIE

W Polsce tylko w 2005 roku wyprodukowano ok. 639 tys. ton żywca drobiowego [10], podczas gdy w USA w 1998 ok. 12 milionów ton [20]. Produkcja i konsumpcja mięsa drobiu na świecie rośnie średnio o 5% rocznie. Decydują o tym naturalne cechy podstawowych gatunków drobiu, efekty postępu genetycznego i żywieniowego oraz krótki cykl produkcyjny ptaków. W Polsce ok. 90% spożywanego mięsa drobiowego to mięso brojlerów kurzych i indyczych. Spożycie mięsa drobiu wodnego bardziej kalorycznego jest niskie, a gęsi przeznaczone są głównie na eksport [16]. Na dodatek, rynek produktów drobiowych rozwija się dynamicznie, ponieważ jedzenie drobiu nie jest zabronione przez żadną z religii [3].

Mimo wysokiej produkcji drobiu tłuszcz tego pochodzenia, w przeciwieństwie do łoju wołowego, zazwyczaj nie jest wykorzystywany jako składnik innej żywności, jak również w produktach nieżywnościowych [20]. Jednakże w porównaniu z tłuszczem ssaków, tłuszcz drobiowy odznacza się bardzo pożądanym składem. Charakteryzuje się korzystną relacją ilości wielonienasyconych (polienowych) kwasów tłuszczowych do nasyconych wynoszącą od 0,4 do 0,8 oraz większym udziałem długołańcuchowych kwasów nienasyconych [16, 17].

**Celem artykułu jest zaprezentowanie krótkiej charakterystyki tłuszczu kurzego oraz wybranych zagadnień dotyczących jego modyfikacji za pomocą takich metod, jak acydoliza, transestryfikacja i żywienie drobiu.**

### TŁUSZCZ KURZY – STRUKTURA I WŁAŚCIWOŚCI TERMICZNE

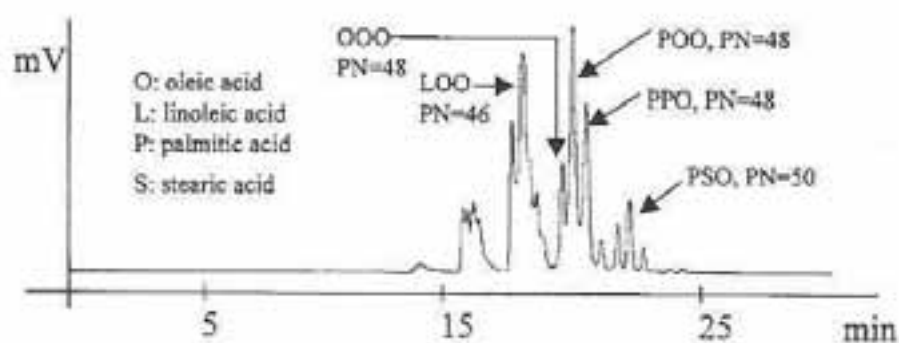
Tłuszcz kurzy charakteryzuje się znacznymi walorami żywieniowymi [3]. Zawiera on ok.60-70% nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) i ma wyższy stopień nienasyconienia niż łoś wołowy i inne tłuszcze zwierzęce. Ma wyższą zawartość kwasów wielonienasyconych niż

inne tłuszcze drobiowe, takie jak tłuszcz z kaczki (ok. 17%) czy gęsi (ok. 10%) [3, 7]. Obecne wśród UFA mononienasycone kwasy tłuszczowe (w tłuszczu kurzym – 45-50%, w łoju wołowym – 30-40%), jak np. kwas oleinowy, są uważane za pożądane z punktu widzenia ich wpływu na zmniejszanie ryzyka chorób wieńcowych [8, 14, 19, 20]. Stwierdzono, że triacyloglicerole (TAG) wyodrębnione z tłuszczu kurzego zbudowane są głównie z: trzech nienasyconych, tłuszczowych reszt acylowych (UUU, ok. 28%) lub jednej nasyconej (S) i dwóch nienasyconych, tłuszczowych reszt acylowych (SUU, ok. 38%). Dla porównania, większość TAG wyodrębnionych z łoju jest zbudowana z trzech nasyconych reszt acylowych (SSS, ok. 29%) lub dwóch nasyconych i jednej nienasyconej grupy acylowej (SUS, SSU, ok. 33%) [6, 20]. Analiza HPLC z odwróconym układem faz (RP-HPLC) triacylogliceroli tłuszczu kurzego przeprowadzona przez Lee i Foglia [20] (rys. 1) ukazuje, że TAG z PN (pontine nucleus) w przedziale 46 do 48 atomów węgla reprezentują 81,5% ich całkowitej puli. Wśród nich, LOO (jeden kwas linolenowy i dwa kwasy oleinowe, 23,5%) oraz POO (jeden kwas palmitynowy i dwa kwasy oleinowe, 18,8%) zostały uznane za główne rodzaje triacylogliceroli.

Profil kwasów tłuszczowych TAG wyizolowanych z tłuszczu kurzego przebadanego przez Lee i Foglia [20] oraz Arnaud i wsp. [3] przedstawia tabela 1.

**Tabela 1.** Skład kwasów tłuszczowych triacylogliceroli (TAG) tłuszczu kurzego: A – [20], B – tłuszcz brzuszny (tłuszcz zapasowy odkładający się w jamie brzusznej) [3]

Kwas tłuszczowy		14:0	14:1	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1
Udział [%]	A	0,7	0,3	25,2	7,8	5,9	40,5	18,4	0,7	0,5
	B	0,5	-	24,0	5,8	5,8	38,2	23,8	1,9	-



**Rys. 1.** Chromatogram triacylogliceroli wyodrębnionych z tłuszczu kurzego z RP-HPLC [20].

Głównym kwasem tłuszczowym występującym w tłuszczu kurzego jest kwas oleinowy – powszechny dla wszystkich tłuszczów zwierzęcych. Kwas palmitynowy jest natomiast głównym nasyconym kwasem tłuszczowym. Tłuszcz kurzy charakteryzuje się niską zawartością kwasu stearynowego (dla porównania: ok. 13% i 15% odpowiednio w tłuszczu wieprzowym i wołowym) i wyższą zawartością kwasu linolowego (ok. 9% – w smalcu i 3% – w łożu) w porównaniu do innych tłuszczów pochodzenia zwierzęcego.

Tłuszcz kurzy jest także dobrym źródłem kwasu  $\alpha$ -linolenowego. Charakteryzuje się wysokim potencjałem żywieniowym w stosunku do innych tłuszczów zwierzęcych, gdyż rekomendowany stosunek zawartości SFA: MUFA: PUFA wynosi ok. 32:45:23 a stosunek kwasu  $\alpha$ -linolenowego do kwasu linolowego powinien mieć wartość 0,166 (tabela 1 i 2). Według Brockerhoffa i wsp. [8] pozycja *sn*-2 TAG tłuszczu kurzego zawiera odpowiednio ok. 80% nienasyconych i ok. 20% nasyconych kwasów tłuszczowych. W tym wśród UFA, ok. 29% stanowią wielonienasycone kwasy tłuszczowe [3].

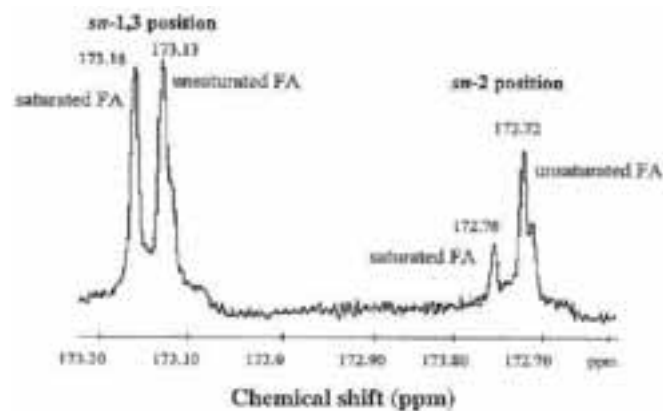
**Tabela 2.** Rozkład kwasów tłuszczowych w pozycjach zewnętrznych (*sn*-1,3) i wewnętrznych (*sn*-2) TAG tłuszczu kurzego brzuszego [3]

Typ kwasów tłuszczowych	Tłuszcz kurzy – TAG [%-mol.]
$\Sigma$ SFA	33,3
SFA <i>sn</i> -1,3	41,1
SFA <i>sn</i> -2	17,7
$\Sigma$ MUFA	46,1
MUFA <i>sn</i> -1,3	42,4
MUFA <i>sn</i> -2	53,5
$\Sigma$ PUFA	20,6
PUFA <i>sn</i> -1,3	16,5
PUFA <i>sn</i> -2	28,8

Na ogół, tłuszczowe reszty acylowe zlokalizowane w pozycji *sn*-2 triacylogliceroli są uważane za bardziej przyswajalne żywieniowo i fizjologicznie niż podobne tłuszczowe grupy acylowe zlokalizowane w pozycjach *sn*-1,3 TAG [18, 25]. Hydroliza przy udziale lipazy trzustkowej, która jest re-

gioselektywna w stosunku do pozycji *sn*-1,3, prowadzi głównie do tworzenia wolnych kwasów tłuszczowych pochodzących z pozycji zewnętrznych i 2-monoacylogliceroli. Wolne kwasy tłuszczowe, szczególnie nasycone, tworzą nierozpuszczalne sole wapnia, a te nie są w stanie przejść przez ścianę jelita, podczas gdy 2-monoacyloglicerole przechodzą. Stąd nasycone kwasy tłuszczowe zajmujące tę pozycję (*sn*-2) będą absorbowane w dużym stopniu. Zaobserwowano, że w przypadku tłuszczu kurzego (np. brzuszego lub podskórnego), a także tłuszczu kaczego i gęsiego w *sn*-2 monoacyloglicerolach wysoki udział mają PUFA natomiast

mniej licznie występują SFA. Nasycone kwasy tłuszczowe w ok. 70% znajdują się w pozycjach zewnętrznych. Dla porównania w łożu tylko ok. 30% SFA znajduje się w pozycjach *sn*-1,3. Nasycone kwasy tłuszczowe są znane z ich wpływu na sprzyjanie rozwojowi chorób układu sercowo-naczyniowego [3]. NMR jest dobrą metodą pozwalającą prześledzić rozkład pozycyjny kwasów tłuszczowych w TAG. Rysunek 2 przedstawia widmo  $^{13}\text{C}$  NMR tłuszczu kurzego, za pomocą którego można określić pozycje nasyconych i nienasyconych tłuszczowych grup acylowych w TAG, bez dokładnego określenia rodzaju kwasu. Przesunięcia chemiczne (ppm) dla karbonylowych atomów węgla: nienasyconych i nasyconych tłuszczowych grup acylowych w pozycji *sn*-1,3 wynoszą odpowiednio 173,13 i 173,16, natomiast dla nienasyconych i nasyconych tłuszczowych grup acylowych w pozycji *sn*-2 – 172,72 i 172,76.

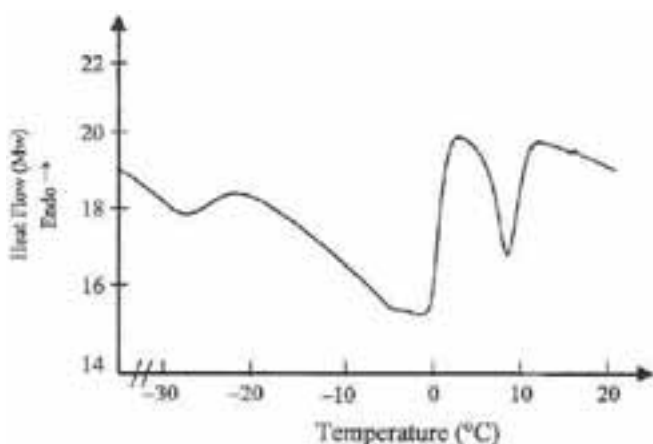


**Rys. 2.** Widmo  $^{13}\text{C}$  NMR regionu karbonylowych atomów węgla tłuszczu kurzego [20].

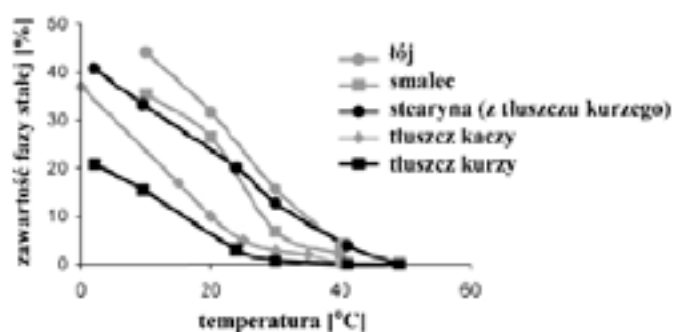
Tłuszcz kurzy składa się głównie z triacylogliceroli ale może zawierać także wolne kwasy tłuszczowe. Wysokiej jakości tłuszcz kurzy charakteryzuje się jasnym kolorem i śladowymi zawartościami WKT. Niższej jakości tłuszcz kurzy może być koloru brązowego lub nawet czarnego i zawierać wysokie ilości WKT (> 3% wagowych) [26]. Lee i Foglia [20] wykonali również charakterystykę krystalizacji (krzywa chłodzenia) tłuszczu kurzego (rys. 3).

Piki egzotermiczne, reprezentujące krystalizację (krzepnięcie) tłuszczu kurzego, ukazują wyraźne, szerokie piki z minimummi przy 9,8°C i -0,6°C. Podobne wyniki badań otrzymali

także Coni i wsp. [9]. Na termogramie można dostrzec trzy strefy topnienia. Zakres od  $-35$  do  $-23^{\circ}\text{C}$  odpowiada niskotopliwym TAG, zakres od  $-23$  do  $10^{\circ}\text{C}$  odpowiada TAG o średniej temp. topnienia a zakres od  $10$  do  $41^{\circ}\text{C}$  – wysokotopliwym TAG [1]. Początkowa temperatura topnienia tłuszczu kurzego (pomiar w kapilarze otwartej) wynosi ok.  $26^{\circ}\text{C}$ . Zawartość fazy stałej w tłuszczu kurzym spada z ok. 21% w  $2^{\circ}\text{C}$  (8% w  $20^{\circ}\text{C}$ ) do ok. 3% w  $24^{\circ}\text{C}$  i osiąga zero w  $35^{\circ}\text{C}$  (rys. 4).



Rys. 3. Termogram DSC tłuszczu kurzego [20].



Rys. 4. Zawartość fazy stałej w tłuszczu kurzym i frakcji stearynowej wyodrębnionej z tego tłuszczu, w porównaniu do innych tłuszczów zwierzęcych [3].

Dane te tłumaczą półciężką konsystencję tłuszczu kurzego w warunkach pokojowych. Tłuszcz ten, ze względu na swoją półciężką konsystencję w temperaturze otoczenia, może być stosowany wyłącznie z ciepłymi lub odwodnionymi produktami [3]. Kwestie tą poruszają w swoich badaniach prowadzonych w latach osiemdziesiątych Gomes i wsp. [12] a także współcześni Arnaud i wsp. [1].

## PASZE – WPŁYW ŻYWIENIA KURCZAKÓW NA ICH TKANKĘ TŁUSZCZOWĄ

Znaczne obniżenie ilości tłuszczów zapasowych i cholesterolu w tuszkach drobiowych, a jednocześnie polepszenie składu kwasów tłuszczowych (zwiększenie stopnia ich nienasycenia) powoduje, że mięso drobiu – w szczególności grzebiącego – staje się coraz bardziej cenne z żywieniowego i ekonomicznego punktu widzenia, dając korzyści zarówno konsumentom, jak i producentom drobiu. Badania ostatnich lat wykazują, że skład kwasów tłuszczowych lipidów tuszek

kurcząt może być poprawiony poprzez rodzaj i ilość tłuszczów podawanych w mieszankach paszowych. Odkładanie się tłuszczów zapasowych jest kontrolowane przez regulowanie stosunku energii do białka w paszy. Wprowadzając do paszy drobiu nasiona roślin oleistych, odtłuszczone mączki lub oleje roślinne można w znacznym stopniu zwiększyć udział kwasów polienowych, w szczególności kwasów z rodziny n-3. Otrzymane w ten sposób mięso drobiu wzbogacone w kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 może być dodatkowo polecane, jako źródło wzbogacające dietę ludzi w kwasy tłuszczowe z tej rodziny. Stosunek polienowych kwasów z rodziny n-6 do kwasów n-3 w lipidach kurcząt i indyków jest również bardzo zbliżony do wartości obecnie zalecanych w żywieniu ludzi [23].

## ACYDOLIZA – OBNIŻANIE KALORYCZNOŚCI TŁUSZCZU KURZEGO

Zazwyczaj tłuszcze zwierzęce zawierają więcej nasyconych kwasów tłuszczowych (głównie długołańcuchowych C16:0 i C18:0) w porównaniu z olejami roślinnymi, co jest kwestią istotną dla dbających o zdrowie konsumentów. Ponieważ SFA w triacyloglicerolach tłuszczu kurzego są zasadniczo zlokalizowane w pozycjach *sn*-1,3, mogą być zastępowane przez kwasy tłuszczowe o większej wartości żywieniowej, poprzez na przykład proces acydolizy katalizowanej enzymatycznie z wykorzystaniem 1,3-stereospecyficznego lipazy. Lee i Foglia [20] strukturyzowali lipidy syntetyzowali enzymatycznie z tłuszczu kurzego poprzez wprowadzenie do triacylogliceroli tego tłuszczu kwasów tłuszczowych o średniej długości łańcucha (kwasu kaprylowego – C8:0). Zastosowali oni lateks *Carica papaya* (CPL), jako biokatalizator. Lateks z *C. papaya* jest szeroko stosowany w przemyśle spożywczym ze względu na jego aktywność proteolityczną. Jednakże lateks ten charakteryzuje się także aktywnością lipolityczną, a w hydrolizie TAG wykazuje maksymalną aktywność w stosunku do krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych i *sn*-3 stereospecyficzność [11, 24]. W reakcjach estryfikacji, *C. papaya* lateks wykazuje specyficzność w stosunku do średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych (MCFA) i pozycji *sn*-1,3 TAG, ale wymiana acyli jest częściej stwierdzana dla pozycji *sn*-3. Inne źródła sugerują także, że CPL w procesach estryfikacji preferuje *cis*-9 nienasycone kwasy tłuszczowe, takie jak kwas oleinowy czy  $\alpha$ -linolenowy. Optymalny stosunek molowy substratów w procesie acydolizy wyniósł 1:2 (kwasy tłuszczowe tłuszczu kurzego/kwas kaprylowy). Przy tym stosunku molowym, zawartość wbudowanego kwasu kaprylowego była największa w  $65^{\circ}\text{C}$  – najwyższej zastosowanej temperaturze procesu i wynosiła 23,4% molowych. Zawartość nasyconych grup acylowych w pozycjach *sn*-1,3 TAG wzrosła do 62% w porównaniu z ich zawartością w TAG wyjściowego tłuszczu kurzego (ok. 39%), co sugeruje, że kwas kaprylowy był preferencyjnie wbudowywany w pozycje zewnętrzne TAG [15]. Oprócz tego Lee i Foglia porównali charakterystykę krystalizacji wyjściowego tłuszczu kurzego z produktami po jego modyfikacji za pomocą termogramów uzyskanych ze skaningowej kalorymetrii różnicowej. W wyniku acydolizy nastąpiło przesunięcie pików egzotermicznych TAG-modyfikowanych w kierunku niższych wartości (do  $3,4^{\circ}\text{C}$  i  $-46^{\circ}\text{C}$ ) w porównaniu z czystym tłuszczem kurzym. Przesunięcie mi-

nimów krystalizacji związane było z wprowadzeniem do TAG tłuszczu kurzego kwasu kaprylowego, który charakteryzuje się niższą temperaturą topnienia niż długołańcuchowe kwasy, takie jak: kwas palmitynowy czy kwas stearynowy [20].

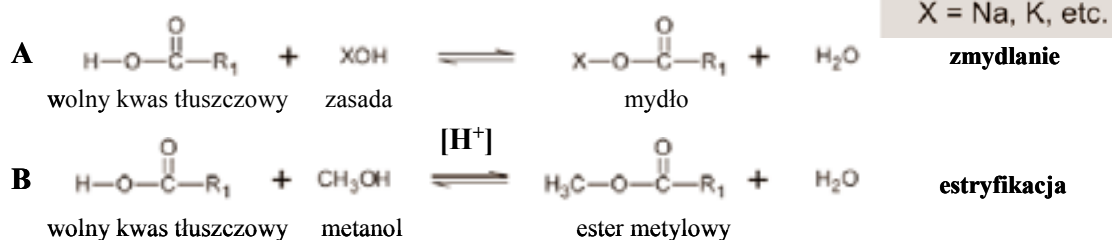
Nasycone średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (MCFA) zawierają od C8 do C12 atomów węgla w cząsteczce. LCFA obejmują kwasy tłuszczowe o 14 lub więcej atomach węgla i mogą posiadać jedno lub więcej wiązań podwójnych. Te strukturalne różnice wpływają na ich rozpuszczalność w wodzie i mogą prowadzić do różnicowania MCFA i LCFA podczas procesów: trawienia, absorpcji czy transportu. Absorpcja MCFA odbywa się głównie przez transport przy udziale albumin układem wrotnym (żyłą wrotną) bezpośrednio do wątroby. Są one metabolizowane szybciej niż LCFA, które są włączane do chylomikronów i transportowane przez limfę (układem limfatycznym) na początku omijając wątrobę. Dotarcie do wątroby i dostarczenie potrzebnej energii zajmuje LCFA więcej czasu. MCFA są niechętnie magazynowane w tkance tłuszczowej czy gromadzone w układzie siateczkowo-śródbłonkowym. Ze względu na to są one mniej kaloryczne niż nasycone, długołańcuchowe kwasy tłuszczowe. MCFA są wykorzystywane, jako suplementy diety, a ich zastosowanie w diecie obejmuje m.in. leczenie przypadków zaburzeń we wchłanianiu pokarmu, hiperlipidemii, otyłości czy cukrzycy [1, 19, 22].

## ESTRY METYLOWE TŁUSZCZU KURZEGO – POTENCJALNE PALIWO BIODIESEL

W wielu ośrodkach od kilku lat prowadzone są badania dotyczące otrzymania biopaliwa z tłuszczu kurzego [4, 5, 21, 26]. Od kiedy biodiesel staje się coraz ważniejszym źródłem paliwa, inwestycje w różne możliwości produkcji biodiesla są kontynuowane po to, aby znaleźć ekonomicznie osiągalne źródła tego paliwa wśród olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych. Jednym z tych tłuszczów zwierzęcych może być właśnie tłuszcz drobiowy. Surowiec ten jest stosunkowo niedrogi w porównaniu do innych olejów i tłuszczów, jak na przykład oleju sojowego. Dla porównania, cena tłuszczu drobiowego do produkcji biodiesla w USA w 2007 roku wynosiła ok. 20-25 centów, natomiast rafinowanego oleju sojowego – 40 centów za funt wagi (czyli ok. 454 gramy) [5].

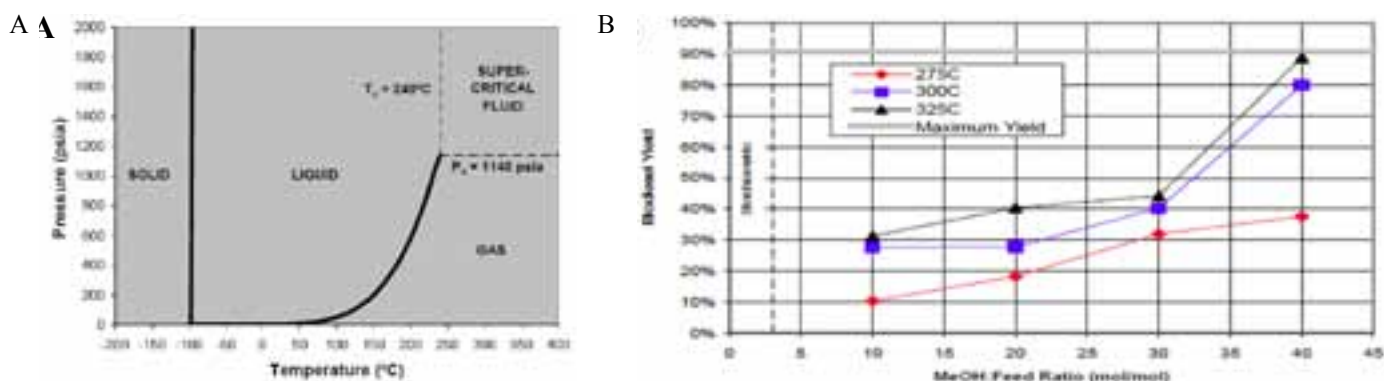
Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu drobiowym może zmieniać się znacznie w zależności od profilu tłuszczu danego ptaka i jest zależna od wielu czynników. Zawartość WKT wpływa na wydajność biodiesla i, co się z tym wiąże, ma największy wpływ na wykorzystanie danego surowca do produkcji biopaliwa pod względem ekonomicznym. Wysoka zawartość FFA w połączeniu z powszechnie stosowaną katalizowaną zasadą transestryfikacji, obniża wydajność biopaliwa i generuje powstawanie produktów ubocznych, jak alkaliczne mydła (tzw. soapstock) i gliceryna. Babcock i wsp. [4, 21] stwierdzili, że tłuszcz kurzy może być z powodzeniem przekształcany w biodiesel w wyniku jednoetapowej transestryfikacji katalizowanej zasadą. Wydajność tego procesu

obniżona przez tworzenie mydeł w trakcie procesu może być szacowana na podstawie ilości zastosowanego wodorotlenku sodu. Stosując tłuszcz kurzy o zawartości wolnych kwasów tłuszczowych ok. 0,1% otrzymano estry metylowe z wydajnością 90%, natomiast gdy zastosowano tłuszcz kurzy o WKT ok. 2,3% wydajność biopaliwa spadła do mniej niż 70%. Reakcja transestryfikacji może być przyspieszana przez podniesienie temperatury reakcji i zawartości katalizatora – NaOH. Najwyższą stosowaną temperaturą, w której Babcock, Mattingly i wsp. [4] przeprowadzili proces było 60°C pod ciśnieniem atmosferycznym. W przypadku tłuszczu kurzego zawierającego małą ilość WKT zastosowanie jednoetapowej transestryfikacji, przy użyciu minimalnej ilości zasady i temp. reakcji 55-60°C powoduje otrzymanie biodiesla z wysoką wydajnością. Jednakże gdy tłuszcz kurzy zawiera więcej wolnych kwasów tłuszczowych należy zastosować transestryfikację dwuetapową. Mydła utworzone podczas procesu transestryfikacji mogą być usuwane przez dodanie kwasu siarkowego (VI) (jako drugi etap procesu) zanim zakończy się reakcja – estryfikacja mydeł. Katalizowana kwasem estryfikacja jako etap wstępny przed głównym etapem transestryfikacji może być także zastosowana do usunięcia WKT (schemat 1).



**Schemat 1.** Ogólne równania reakcji procesów wstępnych usuwania WKT przed reakcją transestryfikacji: **A** – jednoetapowej i **B** – dwuetapowej [5].

Metoda otrzymywania biodiesla katalizowana kwasem charakteryzuje się długim czasem reakcji i dużym nadmiarem wymaganego metanolu. Babcock, Schulte i wsp. [5, 26] zastosowali do produkcji biodiesla z tłuszczu kurzego proces transestryfikacji metanolem w stanie nadkrytycznym (rys. 5). W temperaturze otoczenia TAG i WKT nie są za dobrze rozpuszczalne w metanolu. Kontakt między dwoma reagentami będącymi dwoma trudno mieszalnymi fazami jest mały, co tłumaczy długie czasy reakcji (powyżej 10 godzin) wymagane do produkcji biodiesla bez użycia katalizatora. Dopiero dodatek katalizatora powoduje wzrost tempa reakcji. Katalityczny proces transestryfikacji jest dość drogi i skomplikowany. Nowy sposób otrzymywania biodiesla oferuje bliski kontakt między surowcem tłuszczowym a metanolem bez użycia katalizatora oraz lepszą jego rozpuszczalność w metanolu, w temperaturach i ciśnieniach powyżej punktu krytycznego alkoholu. Proces ten przebiega szybciej niż konwencjonalne katalityczne metody, gdyż w jego wyniku nie tworzą się mydła oraz nie wymaga on regeneracji katalizatora. Podczas przebiegu procesu w jednym etapie następuje zarówno transestryfikacja TAG, jak i estryfikacja WKT. Nie wymaga on więc żadnych wstępnych procesów. W swoich badaniach naukowcy z Arkansas reakcje otrzymywania biodiesla przeprowadzili przy stałym ciśnieniu – 1650 psia i czasie – 20 minut, natomiast w różnych temperaturach, w zakresie 275-325°C oraz stosunkach molowych metanolu do tłuszczu kurzego – 10-40 (mol/mol). Użyty tłuszcz kurzy charakteryzował się 12% zawartością WKT.



**Rys. 5.** A – Diagram fazowy metanolu, B – Wyniki procesu otrzymywania biopaliwa z tłuszczu kurzego przy użyciu metanolu w stanie nadkrytycznym [5].

Maksymalna wydajność biodiesla otrzymanego z tłuszczu kurzego jest ograniczona ze względu na tworzący się glicerol i w przypadku zastosowanego w tych badaniach tłuszczu wynosiła 91%. Najwyższą wydajność (około 89%) estrów metylowych z tłuszczu kurzego otrzymano w temp. 325°C i przy stosunku molowym MeOH: tłuszcz – 40:1. Określono także właściwości niskotemperaturowe (tzw. „cold-flow”) otrzymanych estrów metylowych czyli określono ich lepkość, temperaturę płynności oraz mętnienia i sprawdzono czy spełniają one standardy Amerykańskiego Stowarzyszenia Badań i Materiałów (ASTM). Otrzymane biopaliwo na bazie tłuszczu kurzego posiadało lepkość o ok. 23% wyższą niż ta maksymalna dopuszczalna dla czystego (100%) biodiesla. O ile punkt mętnienia i odbarwienia może być do uzgodnienia z kupującym, o tyle wysoka lepkość nie pozwala nazwać tych estrów metylowych „biodieslem” zgodnie z regulacjami ASTM. Dobrym rozwiązaniem może być więc tworzenie mieszanek tłuszczu kurzego z olejami roślinnymi np. olejem sojowym, aby sprostać wymaganiom ASTM [5].

## PODSUMOWANIE

Oprócz wymienionych wcześniej technik istnieje jeszcze wiele potencjalnych metod technologicznej modyfikacji tłuszczu kurzego. Postęp w uzyskiwaniu wartościowych produktów z tłuszczów i olejów odpadowych powoduje rozwój rynków dla producentów tego rodzaju produktów ubocznych. Takie odpadowe tłuszcze są generalnie usuwane (utyliczowane) przez producenta lub sprzedawane po niskich cenach [13]. Tłuszcze zatem należą do surowców odnawialnych, których znaczenie gospodarcze dotyczy nie tylko aspektu żywieniowego, lecz przede wszystkim związane jest z wykorzystaniem ich jako chemicznych surowców podstawowych [2]. Wdrażanie pożytecznych i opłacalnych programów recyklingowych, dla tego typu odpadów, pozwoli zarówno pomóc w redukcji zanieczyszczenia tłuszczami, jak też wytworzyć nowe, użyteczne produkty [13, 17].

Tłuszcz kurzy obecnie stosowany jest głównie jako składnik pasz dla zwierząt. Tłuszcz ten jednakże, ze względu na korzyści żywieniowe wynikające ze składu kwasów tłuszczowych oraz niższej zawartości cholesterolu niż w tłuszczach mięs czerwonych, może i powinien stanowić cenny element składowy produktów konsumpcyjnych.

## LITERATURA

- [1] Akoh C.C., Yee L.N.: Enzymatic synthesis of position-specific low-calorie structured lipids, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, 74 (11), 1409-1413.
- [2] Antczak T., Krystanowicz A., Galas E.: Enzymatyczna hydroliza tłuszczów odpadowych, *Biotechnologia*, 2000, 2 (49), 120-130.
- [3] Arnaud E., Relkin P., Pina M., Collignan A.: Characterisation of chicken fat dry fractionation at the pilot scale, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2004, 106, 591-598.
- [4] Babcock R.E., Clausen E.C., Popp M., Mattingly B.: Biodiesel Production from Varying Grades of Beef Tallow and Chicken Fat. Project Number MBTC – 2058. Mack Blackwell Final Report (University of Arkansas, Mack Blackwell Transportation Center, USA), 2006, 1-11. [http://www.uark.edu/rd\\_engr/MBTC/](http://www.uark.edu/rd_engr/MBTC/).
- [5] Babcock R.E., Clausen E.C., Popp M., Schulte W. B.: Yield Characteristics of Biodiesel Produced from Chicken Fat-Tall Oil Blended Feedstocks, Project Number MBTC-2092. University of Arkansas, Mack Blackwell Transportation Center, USA, 2008, 1-42. [http://www.uark.edu/rd\\_engr/MBTC/MBTC-2092.pdf](http://www.uark.edu/rd_engr/MBTC/MBTC-2092.pdf).
- [6] Belitz H. D., Grosch W.: *Food Chemistry*, New York, Springer-Verlag Inc., 1984.
- [7] Bockisch M.: *Fats and Oils Handbook*, Champaign, Am. Oil Chem. Soc. Press, 1998.
- [8] Brockerhoff H., Hoyle R.J., Wolmark N.: Positional distribution of fatty acids in triacylglycerides of animal depot fats, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1966, 116 (1), 67-72.
- [9] Coni E., Di Pasquale M., Coppolelli P., Bocca A.: detection of animal fats in butter by differential scanning calorimetry: A pilot study, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1994, 71 (8), 807-810.
- [10] Dybowski G.: Perspektywy rozwoju produkcji drobiarskiej w Polsce do 2005 r. *Przemysł Spożywczy*, 2000, 3 (54), 3-5.
- [11] Giordani R., Moulin A., Verger R.: Tributryolglycerol hydrolase activity in *Carica papaya* and other latices, *Phytochemistry*, 1991, 30 (4), 1069-1072.
- [12] Gomes T., Felice M. de, Catalano M.: Chicken fat: determination of solid fat content by wide line NMR and triglyceride composition of fluid and solid fractions, *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 1983, 60 (9), 569-573.



- [13] Goodrum J.W., Geller D.P., Adams T.T.: Rheological characterization of yellow grease and poultry fat, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2002, 79 (10), 961-964.
- [14] Grabowski, T.: *Technologia mięsa drobiowego*, Praca zbiorowa, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1993.
- [15] Hou Ch.T.: *Handbook of Industrial Biocatalysts, Low-calorie fat substitutes: Synthesis and analysis*, Boca Raton, USA, CRC Press, 2005.
- [16] Kijowski J.: Wartość żywieniowa mięsa drobiowego, *Przemysł Spożywczy*, 2000, 3 (54), 10-11.
- [17] Kostecka M.: Charakterystyka mieszaniny tłuszczu drobiowego z olejem rzepakowym przed i po przeestryfikowaniu enzymatycznym, *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2008, 5 (60), 257-272.
- [18] Lee K-T., Akoh C.C.: Structured lipid: Synthesis and applications, *Food Reviews International*, 1998, 14 (1), 17-34.
- [19] Lee K-T., Foglia T.A.: Fractionation of chicken fat triacylglycerols: synthesis of structured lipids with immobilized lipases, *J. Food Sci.*, 2000, 65 (5), 826-831.
- [20] Lee K-T., Foglia T.A.: Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2000, 77 (10), 1027-1034.
- [21] Mattingly B., Babcock R.E., McGowan M.: UA Researchers Create Biodiesel Fuel from Chicken Fat, *University of Arkansas News*, 2005, [http://www.uark.edu/rd\\_engr/MBTC/ChickenFatBiodiesel11-29-05.pdf](http://www.uark.edu/rd_engr/MBTC/ChickenFatBiodiesel11-29-05.pdf).
- [22] Papamandjaris A.A., MacDougall D.E., Jones P.J.H.: Medium chain fatty acid metabolism and energy expenditure: obesity treatment implications, *Life Science*, 1998, 62 (14), 1203-1215.
- [23] Pikul J.: Lipidy mięsa drobiu, *Gospodarka Mięsna*, 1996, 48 (7), 28-31, 34.
- [24] Villeneuve P., Pina M., Montet D., Graille J.: Carica papaya latex lipase: sn-3 stereoselectivity or short-chain selectivity? Model chiral triglycerides are removing the ambiguity, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1995, 72 (6), 753-755.
- [25] Willis W.M., Lencki R.W., Marangoni A.G.: Lipid modification strategies in the production and nutritionally functional fats and oils, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1998, 38, 639-674.
- [26] [www.physorg.com/pdf117294505.pdf](http://www.physorg.com/pdf117294505.pdf). Researchers Investigate Supercritical Method of Converting Chicken Fat and Tall Oil into Biodiesel, Źródło: University of Arkansas, Fayetteville.

## LIPIDS FROM CHICKEN FAT – INVALUABLE (UNDERESTIMATED) FAT

### PART I

## CHICKEN FAT CHARACTERISTIC AND CHOSEN MODIFICATION METHODS

### SUMMARY

*Chicken fat, one of the by-products in the meat industry, is an inexpensive raw material produced in considerable quantities; however, it is not attractive to consumers. Compared to the fat of mammals, it is characterized by a highly desirable composition of fatty acids. Despite this, chicken fat has not been the focus of many investigations till XXI century. This article contains information concerning the chicken fat characteristic and examples of modification methods of this fat carried out mainly in the last few years, such as: acidolysis, transesterification and indirectly by feeding modification.*

Dr inż. Renata KAZIMIERCZAK

Mgr inż. Dominika ŚREDNICKA

Zakład Żywności Ekologicznej – Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

## EKOLOGICZNE PSZCZELARSTWO I PRODUKCJA MIODU – WYMAGANIA PRAWNE®

*W odpowiedzi na chemizację rolnictwa konwencjonalnego, jak również wzrastający popyt na miód ekologiczny, obserwuje się w ostatnich latach wzrost zainteresowania ekologiczną produkcją pszczelarską. Jest to metoda szczególnie przyjazna dla pszczół i pozwala na zminimalizowanie ryzyka kumulacji skażeń w ich organizmach oraz w produktach przez nie wytwarzanych.*

*W pracy przedstawiono wymogi dotyczące ekologicznej produkcji pszczelarskiej ustanowione w rozporządzeniach Unii Europejskiej.*

**Słowa kluczowe:** ekologiczne pszczelarstwo, ekologiczna produkcja miodu, pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.), wymagania prawne.

### WSTĘP

Rolnictwo ekologiczne to system gospodarowania i produkcji żywności łączący najkorzystniejsze dla środowiska praktyki, jak uprawa bez agrochemii, wysoki stopień różnorodności biologicznej, ochrona zasobów naturalnych oraz stosowanie wysokich standardów dotyczących dobrostanu zwierząt. Jest ono metodą produkcji odpowiadającą wymaganiom konsumentów preferujących wyroby wytwarzane przy użyciu substancji naturalnych i naturalnych procesów. Niedozwolone tu jest stosowanie nawozów mineralnych, regulatorów wzrostu, pestycydów, syntetycznych dodatków do pasz i do żywności. Dzięki temu ekologiczny system gospodarowania zapewnia trwałą żyzność gleb, zdrowotność zwierząt, nie zaruha środowiska, i co bardzo ważne pozwala produkować żywność wysokiej jakości.

Przyczyniając się do ochrony środowiska naturalnego, a tym samym do ochrony produkcji rolniczej i leśnej, ekologiczny system produkcji jest szczególnie przyjazny dla niezmiernie czułych na skażenie środowiska owadów zapylających, w tym dla pszczoły miodnej. Z uwagi na to, że pszczoły zapylają większość roślin kwitnących, stanowią one element środowiska naturalnego, który w sposób bezpośredni uzależniony jest od jego stanu toksykologicznego. Obecność pszczół w środowisku jest bardzo istotna, gdyż nawet rośliny samopłodne, zdolne do samoczynnego zapylenia, a także wiatropylne, jeśli są oblatywane przez owady zapylające, wydają wyższe plony oraz liczniejsze i żywotniejsze nasiona niż po samozapyleniu [1, 5, 7].

W kontekście zagrożeń, jakie niesie dla rodzin pszczelich zanieczyszczenie środowiska i chemizacja rolnictwa konwencjonalnego, powodujące skażenie produktów roślinnych przez nie wykorzystywanych (nektar, pyłek), produkcja ekologiczna wydaje się być doskonałym sposobem na ochronę tych owadów. Minimalizuje ona ryzyko kumulacji skażeń w organizmach pszczół i w produktach przez nie wytwarzanych. Przesłanki te, jak również obserwowany wzrastający popyt na miód ekologiczny sprawiają, że wzrasta zainteresowanie ekologiczną produkcją pszczelarską, pozwalającą uzyskiwać miód o wysokich parametrach jakościowych oraz przede wszystkim o dużej wartości biologicznej [1, 2, 8, 9].

W krajach Unii Europejskiej ekologiczna produkcja żywności, w tym produktów pszczelarskich jest uregulowana obowiązującym od 1 stycznia 2009 roku Rozporządzeniem Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych oraz Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 889/2008 określającym szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia 834/2007. Rozporządzenia te zastępują wcześniej obowiązujące Rozporządzenie Rady (EWG) 2092/91 w sprawie produkcji ekologicznej produktów rolnych oraz znakowania produktów rolnych i środków spożywczych [3, 4].

W ekologicznej produkcji pszczelarskiej rozporządzenia unijne wyznaczają szczegółowe wymagania w zakresie: doboru rasy pszczół, lokalizacji i warunków produkcji w pasiekach ekologicznych, dokarmiania pszczół, ochrony przed chorobami i szkodnikami, stosowania dopuszczalnych materiałów i środków używanych w pszczelarstwie oraz przetwórstwa, znakowania i przechowywania produktów pasiecznych.

**Celem artykułu jest przedstawienie w świetle obowiązujących przepisów prawnych, zasad produkcji pszczelarskiej zgodnie z założeniami rolnictwa ekologicznego.**

### ROZPOCZĘCIE EKOLOGICZNEJ PRODUKCJI PSZCZELARSKIEJ

Produkty pszczelarskie, aby mogły być uznawane i znakowane jako ekologiczne, muszą pochodzić z pasieki, która przez co najmniej 12 miesięcy była prowadzona zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego. Oznacza to, że w pasiece wymagany jest okres przejściowy (okres konwersji), który rozpoczyna się z chwilą zgłoszenia tego faktu przez pszczelarza do upoważnionej jednostki certyfikującej oraz włączenia jego gospodarstwa w system kontroli, który funkcjonuje według zasad i przy użyciu środków ujętych w obowiązujących aktach prawnych.

Przedstawienie produkcji pszczelarskiej powinno obejmować wszystkie rodziny pszczoły, zaś w okresie konwersji w pasiece powinny być stosowane wszystkie zasady ustanowione rozporządzeniem. W jednym gospodarstwie nie jest więc możliwe prowadzenie produkcji metodami ekologicznymi w jednej lub kilku pasiekach, a w innych stosowanie metod konwencjonalnych. Po okresie konwersji producent uzyskuje od jednostki certyfikującej certyfikat zgodności potwierdzający spełnienie wymogów dotyczących produkcji ekologicznej. Produkty pszczelarskie mogą być sprzedawane jako wytwo-

rzony z wykorzystaniem metod produkcji ekologicznej tylko wtedy, gdy zasady rolnictwa ekologicznego stosowano przez minimum 1 rok [3, 4].

## DOBÓR RASY PSZCZOŁ

Przy wyborze ras pszczoł należy kierować się ich zdolnością adaptacyjną do lokalnych warunków pożytkowych, ich żywotnością i odpornością na choroby, przy czym pierwszeństwo należy dać rasom europejskim *Apis mellifera* i ich miejscowym ekotypom. W Polsce do produkcji ekologicznej polecane są rasy: środkowoeuropejska *Apis mellifera mellifera* i kraińska *Apis mellifera carnica*, jak również krzyżówki tych ras [3, 4, 6].

## LOKALIZACJA PASIEK

Pasieki powinny być tak zlokalizowane, aby pszczoły miały zagwarantowaną odpowiednią bazę pożytkową i czystą wodę w ilościach zaspokajających potrzeby pasieki. W produkcji ekologicznej lokalizacja (w promieniu 3 km) powinna gwarantować jako źródła nektaru i pyłku dla pszczoł rośliny uprawiane metodami ekologicznymi, roślinność naturalną lub rośliny uprawiane metodami o niewielkim wpływie na środowisko, które nie stanowią pożytku dla pszczoł, a tym samym nie mają znaczącego wpływu na jakość produktów pasiecznych. Istotne jest usytuowanie pasieki ekologicznej na terenie, gdzie nie występują przekroczenia dopuszczalnych stężeń substancji zanieczyszczających powietrze, glebę i wodę. Odległość od wysypisk lub spalarni śmieci musi wynosić co najmniej 1 km, zaś od ruchliwych dróg, autostrad i centrów przemysłowych powinna wynosić tyle, aby nie było możliwości zanieczyszczenia szkodliwymi substancjami produktów pszczelich (odległość ta jest określana przez jednostkę certyfikującą sprawującą kontrolę nad gospodarstwem). Kolejne zalecenia dotyczą zlokalizowania pasieki w suchym miejscu i na terenie o niezbyt dużej wilgotności, co sprzyja utrzymaniu higieny w ulach i ich otoczeniu. Ponadto zaleca się ustawianie uli w kierunku południowym w rzędach oddalonych o min. 3-4 m od siebie, co ogranicza błędzenie pszczoł i rabunki w pasiece [3, 4, 6].

## WARUNKI PRODUKCJI

Podstawą prowadzenia pasieki ekologicznej jest czystość wosku pod względem obecności akarycydów (środki używane do walki z groźnym roztozczem *Varroa destructor*, wywołującym warrozę). Konieczna jest wymiana plastrów w pasiece, co wiąże się z zastąpieniem całego wosku, woskiem z jednostek produkcji ekologicznej. W drodze odstępstwa, w wyjątkowych okolicznościach, szczególnie w przypadku nowych urządzeń lub w okresie przestawiania, jednostka certyfikująca może dopuścić nieekologiczny wosk pszczeli. Może to mieć miejsce, gdy na rynku nie ma wosku wytworzonego metodami ekologicznymi. Do budowy uli powinny być wykorzystywane naturalne materiały, które nie stwarzają ryzyka skażenia środowiska i produktów pszczelarskich. Często stosowane są ule drewniane, do których impregnacji dopuszcza się stosowanie wyłącznie produktów naturalnych, takich jak wosk, propolis i oleje roślinne.

W pszczelarstwie ekologicznym zabronione jest stosowanie syntetycznych repelentów podczas czynności pozyskiwa-

nia miodu, nie wolno również pozyskiwać surowca z plastrów zawierających czerwie (osobniki wszystkich stadiów rozwojowych pszczoły przed wygryzieniem z komórki). Ponadto, podobnie jak w innych działach produkcji ekologicznej zabronione jest stosowanie dodatków syntetycznych, konserwowanie miodu przy użyciu promieniowania jonizującego i fal elektromagnetycznych oraz wykorzystywanie GMO (organizmy genetycznie zmodyfikowane) i produktów wytworzonych z GMO lub przy ich użyciu [3, 4].

## DOKARMIANIE PSZCZOŁ

Według wymogów ustanowionych w prawie wspólnotowym – na zakończenie sezonu produkcyjnego, rodziny pszczele należy pozostawiać z zapasem miodu i pyłku wystarczającym do przetrwania zimy. Prawidłowe przezimowanie pasieki jest punktem wyjściowym do rozpoczęcia nowego sezonu pasiecznego, dlatego gdy przetrwanie rodziny pszczelej jest zagrożone w wyniku warunków klimatycznych, dopuszcza się sztuczne dokarmianie rodzin. Może się to jednak odbywać wyłącznie w okresie między ostatnim zbiorem miodu a 15 dniem przed rozpoczęciem następnego okresu pożytku nektaru i spadzi, a w dokarmianiu należy stosować ekologiczny miód, ekologiczny syrop cukrowy lub ekologiczny cukier [3, 4].

## ZAPOBIEGANIE CHOROBYM I OPIEKA WETERYNARYJNA

Zapobieganie chorobom i opieka weterynaryjna w pszczelarstwie ekologicznym opiera się na opracowanych szczegółowo zasadach, które zabraniają stosowania antybiotyków w ramach profilaktyki chorób zakaźnych czerwiu. W wyjątkowych sytuacjach, przy wysokim porażeniu rodzin dopuszczają one stosowanie syntetycznych alopacyjnych leków weterynaryjnych. Po leczeniu syntetycznymi produktami leczniczymi konieczne jest zastosowanie w stosunku do leczonych rodzin ponownego jednorocznego okresu konwersji. W prewencji i leczeniu dopuszcza się wyłącznie stosowanie środków leczniczych pochodzenia ziołowego i preparatów homeopatycznych oraz w przypadku porażenia pszczoł przez *Varroa destructor*, stosowanie kwasu mrówkowego, mlekowego, octowego i szczawowego oraz mentolu, tymolu eukaliptolu lub kamfory. Do dezynfekcji pasiek dopuszcza się stosowanie środków fizycznych, takich jak strumieniowe lub bezpośrednie odmianie, zaś do ochrony ramek, uli i plastrów (w szczególności przed szkodnikami), stosowanie wyłącznie środków gryzoniobójczych (w pułapkach) oraz produktów wymienionych w obowiązującym rozporządzeniu.

Szczególną uwagę w pszczelarstwie ekologicznym przywiązuje się do profilaktyki, która opiera się głównie na selekcji linii pszczoł odpornych na choroby oraz stosowaniu zabiegów zwiększających odporność i zmniejszających możliwość infekcji. Osiągnięcie tego celu możliwe jest m.in. przez regularną wymianę matek, systematyczną kontrolę rodzin i czerwiu trutowego, okresową wymianę plastrów, regularne prowadzenie dezynfekcji uli, sprzętu i terenu pasieki oraz niszczenie skażonych materiałów i źródeł infekcji, a także poprzez zapewnienie rodzinom wystarczających zapasów miodu i pyłku w ulach [3, 4, 6].

## PRZETWÓRSTWO, ZNAKOWANIE I PRZECHOWYWANIE PRODUKTÓW PSZCZELICH

Przetwórstwo produktów pszczelarstwa ekologicznego nie stosuje substancji dodatkowych oraz innych składników pomocniczych i powinno być prowadzone w przetwórnich przeznaczonych wyłącznie do tego celu. Dopuszcza się jednak prowadzenie przetwórstwa ekologicznych produktów pszczelich również przez podmioty gospodarcze prowadzące przetwórstwo konwencjonalne pod warunkiem, że linia produkcyjna zostanie okresowo przeznaczona do przetwarzania produktów pszczelarstwa ekologicznego oraz zapewnione zostanie fizyczne lub chronologiczne odseparowanie od produktów nieekologicznych.

Miody ekologiczne, podobnie jak inne produkty muszą spełniać wszystkie wymagania przepisów dopuszczających produkty żywnościowe do obrotu detalicznego oraz dodatkowo powinny być zapakowane w jednostkowe opakowania i właściwie oznakowane. Ten dodatkowy wymóg nie musi być spełniony, jeśli sprzedawcą jest producent legitymujący się aktualnym certyfikatem, na którym wymienione są produkty nim objęte. Właściwe oznakowanie produktów pszczelarstwa ekologicznego umożliwia identyfikację i zapewnia konsumentów o ich pochodzeniu z produkcji kontrolowanej. Oznakowanie to polega na umieszczeniu na etykiecie lub opakowaniu następujących informacji: nazwa jednostki certyfikującej, której podlega producent i numer upoważnienia nadanego jej przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz logo wspólnotowe wraz z napisem „rolnictwo UE”. Brak tych informacji na etykiecie produktu oznacza, że nie jest on produktem ekologicznym. Dodatkowo producent ma prawo na zasadzie dobrowolności umieścić na etykiecie swoje logo lub też inne, jak np. logo jednostki certyfikującej lub logo stowarzyszenia rolnictwa ekologicznego. Poza informacjami potwierdzającymi, że produkt żywnościowy pochodzi z ekologicznego sposobu produkcji, etykieta powinna zawierać podstawowe informacje wymagane stosownymi regulacjami dotyczącymi znakowania żywności, takie jak: nazwa produktu, nazwa i adres producenta, data produkcji i okres przydatności do spożycia [3, 4, 9].

### PODSUMOWANIE

Produkcja pszczelarska, respektująca wymogi zawarte w rozporządzeniach unijnych dotyczących produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych, pozwala na uzyskanie miodu o wysokich parametrach jakościowych. Metoda ekologiczna, łącząc najkorzystniejsze dla środowiska praktyki, jest sposobem produkcji odpowiadającym wymaganiom rosnącej liczby konsumentów preferujących wyroby wytwarzane przy użyciu substancji naturalnych i naturalnych procesów. Ponadto, przyczyniając się do ochrony środowiska naturalnego jest szczególnie przyjazna dla pszczół, jako organizmów bardzo wrażliwych na jego skażenie i w sposób bezpośredni uzależnionych od jego stanu toksykologicznego. Bazując na szczegółowych wymaganiach w zakresie m.in. lokalizacji i warunków produkcji w pasiekach ekologicznych, dokarmiania pszczół, ochrony przed chorobami i szkodnikami oraz stosowania dopuszczalnych materiałów i środków, produkcja ekologiczna wydaje się być doskonałym sposobem na ochronę pszczół, jak również pozwala na zminimalizowanie ryzyka kumulacji skażeń w ich organizmach i w produktach przez nie wytwarzanych.

## LITERATURA

- [1] Kotłowski Z.: Dlaczego giną pszczoły? Jak poprawić prawidłowe zapylenie kwiatów w sytuacji braku owadów zapylających? [w:] IV Ogólnopolskie Spotkanie Sadowników w Grójcu, Grójec 2009, 29-36.
- [2] Roman A.: Wpływ stanu toksykologicznego miodu na poziom kumulacji wybranych pierwiastków śladowych w organizmie pszczoły miodnej (*Apis Mellifera L.*). *Acta Agrophysica*, 2003, 1 (2), 295-300.
- [3] Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) 2092/91.
- [4] Rozporządzenie Komisji (WE) 889/2008 z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania Rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli.
- [5] Ruszkowski A., Jabłoński B.: Rośliny pokarmowe pszczół, Polski Klub Ekologiczny, Kraków 2000.
- [6] Skubida P., Skowronek W.: Prowadzenie pasiek metodami ekologicznymi, Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu, Radom 2004.
- [7] Sołtysiak U.: O kryteriach w rolnictwie ekologicznym, [w:] Rolnictwo ekologiczne od producenta do konsumenta, 11-22. Stowarzyszenie EKOLAND+ Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa 1995.
- [8] Szymańska J.: Rynek żywności ekologicznej w Polsce, [w:] Kociołek-Balawajder E. (red.): Technologia, Wyd. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2002, 9, 133-137.
- [9] Tyburski J., Żakowska-Biemans S.: Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego, SGGW, 2007.

## ORGANIC BEEKEEPING AND HONEY PRODUCTION – LEGAL REQUIREMENTS

### SUMMARY

*As a response to growing use of chemicals in conventional agriculture and to the increasing demand for organic honey, organic beekeeping methods have become popular in recent years. These methods are considered friendly for bees and, at the same time, minimize the risk of accumulation of contaminants in bee products.*

*The paper presents the requirements for organic beekeeping according to current European Union regulations.*

**Key words:** *organic beekeeping, organic honey production, honey bee (*Apis mellifera L.*), legal requirements.*

Olimpia BURZYŃSKA  
Dr hab. Krystyna A. SKIBNIEWSKA, prof. Politechniki Koszalińskiej  
Dr hab. inż. Andrzej Dowgiałło  
Dr inż. Mariusz S. Kubiak  
Zakład Technologii Żywności i Żywienia, Politechnika Koszalińska

## URZĄDZENIA I TECHNIKI GRILLOWANIA®

*W artykule omówiono bezpośrednie i pośrednie metody grillowania, a także ogólny przebieg grillowania w każdej z tych metod. Dokonano także przeglądu urządzeń stosowanych do opiekania oraz opisano zmiany zachodzące w mięsie podczas tego rodzaju obróbki termicznej.*

### WSTĘP

Początków pieczenia, jako sposobu obróbki temperaturowej żywności, należy szukać w okresie odkrycia ognia przez człowieka. W muzeach archeologicznych brak jest prototypów grilla, choć niektóre znaleziska nasuwają takie przypuszczenia. Przyjmuje się, że ludzie pierwotni rozgrzewali kamienie i przyrządzali na nich swoje pożywienie. Pieczenie pozwalało nie tylko na przygotowanie smacznego i łatwiej przyswajalnego pożywienia, ale też prowadziło do wzmocnienia rodzinnych oraz społecznych więzi ludzi gromadzących się wokół ognia [6, 9, 16]. Warto nadmienić, że 300 tys. lat temu przygotowaniem paleniska, a następnie nadzorowaniem ognia zajmowali się mężczyźni, również i dzisiaj to głównie oni przygotowują dania grillowane [9, 13].

Początki współczesnej techniki grillowania przypisuje się krajom dzięki Ameryki, gdzie znano dwa terminy charakteryzujące pierwotną obróbkę cieplną mięsa: grill i barbecue. Określenia te wywodzą się z języka Indian, którzy rozumieli je jako pieczenie mięsa na rożnie w dużym gronie społeczności i dzielenia się nim podczas zgromadzeń. Dzisiaj terminem grill określa się ruszt, rożen, kratę, opiekacz, potrawę z rusztu lub restaurację podającą dania z rusztu, a także czynność – opiekanie na ruszcie lub rożnie. Drugie określenie barbecue oznacza grill, rożen, przyjęcie ogrodowe, a także grillowanie i opiekanie na rożnie na wolnym powietrzu [6, 9, 13].

Ta najstarsza metoda pieczenia mięsa zyskała niebywałą popularność w ostatnich dziesięcioleciach, najpierw w Stanach Zjednoczonych, później w Australii i Europie. Do lat 60-tych obecne były w sprzedaży znane dziś wszystkim metalowe grille, zaprojektowane przez Amerykanina Georga Stephena, charakteryzujące się prostotą w konstrukcji. W Polsce na fali przemian systemowych z przełomu lat 80-tych i 90-tych grille niemal zupełnie wyparły działkowe ogniska, którym towarzyszyły spotkania większej grupy danej społeczności. Obecnie trudno sobie wyobrazić festyny, biesiady czy kiermasze, jak i spotkania towarzyskie na wolnym powietrzu bez smakowitej woni pieczonego mięsa, ryb i warzyw z grilla [6, 13, 16].

Proces grillowania inaczej określanej opiekaniem polega na poddaniu produktu dość wysokiej temperaturze dochodzącej do 300°C. Temperaturę uzyskuje się z silnego promieniowania cieplnego (w grillach stołowych), ciepła kontaktowego od rozgrzanych płyt metalowych (griddle lub griddle-grill) lub bezpośredniego ogrzewania nad ogniem (grille ogrodowe) [17]. Podczas opiekania tłuszcz zawarty w produkcie nadaje potrawie specyficzny pożądany smak oraz chrupiącą skórkę.

Proces grillowania można prowadzić w sposób bezpośredni bądź pośredni. Pierwsza z metod polega na umieszczeniu opiekanych produktów bezpośrednio nad paleniskiem. Temperatura pod rusztem może sięgać nawet 340°C, w związku z tym na powierzchni produktu szybko powstaje brązowa skórka. W środku pieczeni tworzą się warstwy o różnej wilgotności i temperaturze. Następuje proces wytapiania tłuszczu i przemieszczania się wody wewnątrz produktu [2]. W celu uzyskania jednolitej, wysokiej jakości produktu opiekane kawałki mięsa powinny być podobnej wielkości i grubości oraz pozbawione tkanki łącznej, która w trakcie ogrzewania staje się twarda. Dla zachowania równomierności pieczenia produkty należy przynajmniej raz obrócić.

Pieczenie pośrednie jest metodą obróbki cieplnej produktów umieszczonych w żaroodpornym naczyniu lub zawiniętych w folię aluminiową [2]. Materiał grzejny rozsuwa się na boki grilla, dzięki czemu temperatura nie przekracza 180°C. Ze względu na znacznie niższą temperaturę procesu należy opiekać produkt przez dłuższy czas. Ponieważ ciepło utrzymywane jest przez naczynie (lub folię) można przygotować duże kawałki mięsa, gdyż nie ma konieczności obracania produktu.

Do pośrednich technik pieczenia zalicza się również technikę barbecue. Jest to metoda powolnego pieczenia na ruszcie i może odbywać się pod przykryciem lub bez niego. Temperatura pod rusztem waha się między 82°C a 150°C, jednak temperatura wewnątrz produktu nie przekracza 60°C. Żywność nie tylko piecze się, ale też wędzi, co pozwala na uzyskanie produktu o wyrafinowanym bukacie smakowym [2].

**Celem artykułu jest przybliżenie informacji na temat bezpośrednich i pośrednich metod grillowania, a także wiedzy o przebiegu grillowania w każdej z tych metod.**

### PRZEGLĄD URZĄDZEŃ DO GRILLOWANIA

Producenci oferują bardzo szeroki asortyment urządzeń do opiekania, dzięki czemu klient może dobrać grill spełniający jego wymagania ze względu na wiele możliwych kryteriów wyboru. Urządzenia do grillowania można podzielić ze względu na rodzaj paliwa niezbędnego do uzyskania ciepła na grille węglowe, gazowe oraz elektryczne.

Dużą popularnością cieszą się grille opalane węglem drzewnym ze względu na specyficzny smak grillowanych potraw oraz niską cenę urządzenia (rys. 1). Grill taki składa się z głębokiej półki na węgiel oraz rusztu umieszczonego bez-

pośrednio nad paleniskiem. Najlepszy efekt uzyskuje się, gdy węgiel się żarzy, dlatego należy go rozpałić na godzinę przed planowanym przyrządzeniem potraw.



Rys. 1. Grill opalany węglem drzewnym [www.rossi.pl].

Jeśli zależy nam na szybkim przyrządzeniu potrawy i łatwym utrzymaniu urządzenia w czystości, to bardzo dobrym rozwiązaniem są grille gazowe (rys. 2). Rozpala się je przez odkręcenie zaworu, przyłożenie zapalnika i urządzenie gotowe jest do użycia. Zamontowany przez producenta termometr oraz regulacja dopływu gazu pozwalają kontrolować i utrzymywać parametry opiekania.



Rys. 2. Grill gazowy [www.gaspol.pl].

Najprostszym rozwiązaniem są grille elektryczne. Podczas obróbki cieplnej produktów nie wydzielają się dym, więc mogą być używane zarówno w pomieszczeniach jak i na zewnątrz. Działanie grilla opiera się na rozgrzaniu spirali przy pomocy energii elektrycznej, a następnie przekazaniu ciepła do metalowej płyty grzewczej umieszczonej bezpośrednio nad spiralą (rys. 3).

Urządzenia do grillowania można dobrać również ze względu na wiele innych kryteriów. Jednym z nich jest rodzaj konstrukcji. Wyróżniamy grille stacjonarne, stołowe, umieszczone na kółkach, wbudowane w trzony kuchenne, samodzielne oraz w postaci szaf. Ze względu na wielkość i wydajność pracy można wybrać grille przeznaczone dla gospodarstw domowych, małej gastronomii



Rys. 3. Grill elektryczny ze spiralą grzewczą i potencjometrem [www.megamedia.pl].

Wśród urządzeń do opiekania wyróżniamy różną (ang. spit), ruszty (ang. fire-grate), płyty elektryczne beztłuszczowego smażenia (griddle) oraz opiekacze w postaci podwójnych płyt kontaktowych (griddle grill) i tzw. Salamandry [5].

Najważniejszym elementem grilla płytowego (griddle) jest gruba płyta metalowa o powierzchni gładkiej bądź ryflowanej (rys. 4). Bezpośrednio pod nią znajdują się palniki gazowe lub grzałki elektryczne. Płyta osiąga temperaturę pomiędzy 50°C a 300°C. Ciepło przekazywane jest przez przewodzenie do produktu umieszczonego na niej. Płyty montuje się najczęściej pod kątem, aby ułatwić spływanie tłuszczu do rynienki [4, 5, 7].



Rys. 4. Grill typu griddle z płytą o powierzchni gładkiej [www.kitchen-dining.hsn.com].

Aparaty typu griddle grill są budowane z dwóch połączonych zawiasami ryflowanych płyt (dolnej i górnej). Opiekanie polega na ułożeniu produktu na dolnej płycie i dociśnięciu go górną, dzięki czemu produkt jest ogrzewany z dwóch stron jednocześnie (rys. 5). Powierzchnie płyt często pokrywa się warstwą teflonu, który zapobiega przywieraniu potraw, przez co ułatwia obróbkę cieplną produktu i utrzymanie urządzenia w czystości [4, 5, 7].



**Rys. 5.** Grill typu griddle z dwoma ryflowanymi powierzchniami [www.shoppingnexus.com].

Specjalną odmianą grilli jest grill na lawie (rys. 6). W takich grillach ciepło z grzałek elektrycznych lub palników przekazywane jest do odłamków lawy wulkanicznej. Produkt umieszcza się na prętach powyżej kamieni wulkanicznych a kropelki tłuszczu kapiące na gorące odłamki skalne powodują rozbłyski. Towarzyszące smażeniu płomienie i dym nadają potrawom charakterystyczny smak i wygląd. Temperaturę można kontrolować przez regulację dopływu ciepła oraz wysokość umieszczenia prętów nad lawą [4, 5, 7, 17].



**Rys. 6.** Grill na lawie [www.elektro-serwis.com].



**Rys. 7.** Rożen elektryczny w kształcie szafy z elementem grzejnym umieszczonym w tylnej ścianie [www.gastroline.com].

Różny swoim wyglądem najczęściej przypominają szafy. Elementy grzejne są umieszczone zazwyczaj w tylnej ścianie komory grzejnej (rys. 7). Na dnie urządzenia znajduje się taca do zbierania wytapiającego się tłuszczu. Komorę zamyka się za pomocą szklanych drzwi. Surowce do opiekania umieszcza się na obrotowych elementach napędzanych silnikiem (ok. 2 obr/min), dzięki temu opiekanie zachodzi równomiernie a mięso zachowuje soczystość [5, 7].

Salamander jest urządzeniem zbudowanym ze stali nierdzewnej, wyposażonym w małe ruszty ogrzewane od góry promiennikami podczerwieni (rys. 8) [5].



**Rys. 8.** Rożen „Salamander” z ogrzewaniem od góry promiennikami podczerwieni [www.gastroprestige.pl].

## ZMIANY ZACHODZĄCE W MIĘSIE PODCZAS GRILLOWANIA

Zmiany, które zachodzą w mięsie podczas grillowania rozpoczynają się już w temperaturze 50°C. W tej temperaturze mięso traci swoją barwę na skutek denaturacji mioglobiny i hemoglobiny. W miarę ogrzewania barwa mięsa zmienia się z czerwonej w brązno szarą. Odcienie barwy brąznej i szarej zależą od uwodnienia mięsa oraz wtórnych reakcji chemicznych, w których powstają związki Maillarda. Reakcje Maillarda zwane reakcjami nieenzymatycznego ciemnienia prowadzą do zmian jakości sensorycznej i odżywczej produktu [15]. Często zmiany te są pożądane ze względu na powstawanie atrakcyjnego aromatu i poprawę walorów sensorycznych produktu.

Działanie podwyższonej temperatury korzystnie wpływa na strawność pożywienia – zachodzi proces denaturacji białek mięsa, dzięki czemu możliwe jest ich trawienie i przyswajanie. Białka ogrzewane w wyższych temperaturach ulegają zrumienieniu a nawet rozkładowi na aminokwasy i w połączeniu z cukrami tworzą barwne związki podnoszące wygląd i smak potraw, ale stają się mniej strawne przez organizm. Dlatego ze względów zdrowotnych zaleca się ograniczenie potraw zbyt mocno przypieczonych, gdyż dalsza długotrwała obróbka termiczna prowadzi do całkowitej zmiany struktury produktu, utraty pożądanych cech aż wreszcie do zwęglenia [3, 8, 10, 15]. Podczas działania podwyższonej temperatury następują straty witamin (ok. 20%) i składników mineralnych (potasu, sodu i fosforu 50%, magnezu 45%, wapnia 25%) [15].

Produkty grillowane można ogólnie zaliczyć do potraw dietetycznych ze względu na ubytek tłuszczu wynoszący 5-20%, w zależności od rodzaju produktu oraz od techniki przeprowadzonego procesu grillowania. Produkty grillowane mają jednak większą zawartość cholesterolu niż np.: gotowane.

Nie wolno grillować wyrobów peklowanych ani wędzonych, ze względu na powstawanie kancerogennych nitrozamin. Powstają one w wyniku obróbki cieplnej związków azotowych stosowanych do peklowania. Niezwykle istotne jest, by wytapiający się tłuszcz nie kapał bezpośrednio na źródło ciepła (np. przez zastosowanie tacek lub specjalnych szufladek na tłuszcz), gdyż w wyniku podwyższonej temperatury i zachodzących reakcji chemicznych powstają związki rakotwórcze, mutagenne i genotoksyczne.

Powstający dym podczas grillowania zawiera wiele frakcji toksycznych związków o działaniu kancerogennym, głównie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) [1, 14]. Osiem z nich ma udowodnione właściwości biologiczne wpływające na zdrowie człowieka. Najlepiej poznany węglowodorem z grupy WWA jest benzo (a) piren, który ze względu na powszechność występowania w środowisku uznany został za wskaźnik poziomu skażenia żywności w całej grupie WWA [1, 3, 6, 14, 15].

## PODSUMOWANIE

Ze względu na specyficzny smak i aromat grillowanych potraw oraz ich dietetyczny charakter opiekanie staje się coraz powszechniej stosowanym rodzajem obróbki cieplnej zarówno dla potraw mięsnych, jak i warzywnych. W związku z tym producenci oferują urządzenia przeznaczone specjalnie do tego typu obróbki cieplnej i przygotowywania dań. Odpowiedni dobór urządzenia i techniki opiekania pozwala na uzyskanie potrawy o wysokich walorach organoleptycznych, przy jednoczesnym ograniczeniu niepożądanych zmian w grillowanym produkcie.

## LITERATURA:

- [1] Adonis M., Gil L.: Polycyclic aromatic hydrocarbons level and mutagenicity of inhalable particulate matter In Santiago, Chile, Inhalation Toxicology, 2000, Vol. 12, no. 12. 1173-1183.
- [2] Borek M.: Proces pieczenia na ruszcie, Gospodarka Mięsna. 2008, (05), 22-23.
- [3] Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności, Praca zbiorowa pod red. Z. Sikorskiego, War-

szawa, WNT, 1996.

- [4] Grzesińska W.: Wyposażenie techniczne zakładów, Warszawa, WSiP, 2005.
- [5] Jastrzębski W.: Wyposażenie techniczne zakładów gastronomicznych, Warszawa, WSiP, 2005.
- [6] Kazubska M.: Na ruszcie, Poradnik Restauratora, 2002, (6), 14-15.
- [7] Konarzewska M., Lada E., Zielonka B.: Wyposażenie techniczne zakładów gastronomicznych, Podręcznik dla zawodu kucharz małej gastronomii w zasadniczej szkole zawodowej, Warszawa, Rea, 2004.
- [8] Kopta A., Łuszczki B.: Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem, Warszawa, WSiP, 1999.
- [9] Müller V.: Grillen, Falken-Verlag GmbH, Niedernhausen, 1993.
- [10] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: Ogólna technologia żywności, Warszawa, WNT, 1997.
- [11] PN-EN 1860-1. Urządzenia, paliwa stałe i podpałki do grilla, Część I: Grille opalane paliwami stałymi, Wymagania i metody badań.
- [12] Popko H., Popko R.: Maszyny przemysłu spożywczego, Przemysł mięsny, Lublin, Wyd. Politechniki Lubelskiej, 1993.
- [13] Raichlen S.: How to grill, Workman Publishing Company, Inc. New York 2001.
- [14] Regulation (EC) No. 2065/2003 of the European Parliament and of the Council of 10 November 2003 on smoke flavourings used or intended for use in or on foods, Official Journal of the European Union, 2003, L 309.
- [15] Tkacz K.: Bezpieczne grillowanie, Gospodarka Mięsna, 2007, (6), 4-8.
- [16] Tkacz K.: Grillowanie surowców mięsnych, Inżynieria Maszyn, Inżynieria mechaniczna żywności, 2004, 22, 39-44.
- [17] Vademecum, Kucharz & Gastronom, Praca zbiorowa pod red. M. Dłużewskiego, Warszawa, Rea, 2007.
- [18] [www.elektro-serwis.com](http://www.elektro-serwis.com)
- [19] [www.gaspol.pl](http://www.gaspol.pl)
- [20] [www.gastroline.pl](http://www.gastroline.pl)
- [21] [www.gastroprestige.pl](http://www.gastroprestige.pl)
- [22] [www.kitchen-dining.hsn.com](http://www.kitchen-dining.hsn.com)
- [23] [www.megamedia.pl](http://www.megamedia.pl)
- [24] [www.rossi.pl](http://www.rossi.pl)
- [25] [www.shoppingnexus.com](http://www.shoppingnexus.com)

## INSTALLATIONS AND TECHNIQUES OF GRILLING

### SUMMARY

*Direct and indirect methods of grilling, also the process course during the techniques is discussed. Also installations used for grilling and changes occurring in meat during this type of thermal treatment is described.*



Dr Marek GRUCHELSKI  
 Szkoła Główna Handlowa i Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
 Dr Józef NIEMCZYK  
 Instytut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur w Warszawie

## JAKA WSPÓLNA POLITYKA ROLNA UNII EUROPEJSKIEJ PO 2013 ROKU; NA ILE ODPOWIADAĆ BĘDZIE REALNYM POTRZEBOM?<sup>®</sup>

Podsumowując kierunki WPR (Wspólnej Polityki Rolnej) oraz nakreślone propozycje jej zmian należy stwierdzić, że większość z nich jest wyważona, chociaż niektóre propozycje są kontrowersyjne. Wydaje się, że dalsza partnerska dyskusja nad kształtem WPR po 2013 roku pozwoli na wypracowanie optymalnych rozwiązań, z punktu widzenia poszczególnych państw członkowskich UE, w tym nowo przyjętych. Znacznie większe zastrzeżenia i niepokój budzi ugodowe i nie kompatybilne z omawianym podsumowaniem stanowisko Komisji Europejskiej w negocjacjach rolnych z WTO. Wdrożenie bardzo zliberalizowanych zasad światowej polityki rolnej, na co w dużym stopniu zgadza się Komisja Europejska, miałyby katastrofalne skutki dla rolnictwa w niektórych rejonach świata, w tym w UE.

### WPROWADZENIE

Z końcem 2008 roku został zakończony przegląd (*Health Check of the CAP*)<sup>1</sup> realizowanej obecnie (2007-2013) wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej (UE).

W konkluzjach proponuje się zachowanie większości ze stosowanych obecnie instrumentów i mechanizmów wspólnej polityki rolnej (WPR). Niektóre z nich należy uznać za pozytywne i uzasadnione. Jednocześnie pojawiły się pewne propozycje liberalizacyjne, być może pod wpływem nacisków wpływających z toczących się negocjacji w Światowej Organizacji Handlu (WTO – *World Trade Organization*); niektóre do pewnego stopnia kontrowersyjne z punktu widzenia państw nowo przyjętych do UE. Wydaje się, że konkluzje przeglądu zbyt płytko uwzględniają interes nowych członków Unii, w tym Polski.

**Celem artykułu jest ocena na ile nowe propozycje rozwiązań w ramach WPR (podejmowane równoległe z toczącymi się na forum WTO negocjacjami liberalizacyjnymi) uwzględniają realne problemy rolnictwa unijnego, w tym polskiego i na ile będą korzystne dla konsumentów żywności.**

### OCENA KONKLUZJI PRZEGLĄDU WPR

Jak wspomnieliśmy, proponuje się utrzymanie wielu instrumentów i mechanizmów obecnie stosowanych w ramach WPR oraz postuluje nowe rozwiązania. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- utrzymanie rozdzielenia płatności bezpośrednich od produkcji, od jej wielkości (*decoupling*). Niestety w ramach WTO, te płatności traktowane są obecnie tak jak gdyby należały do tzw. bursztynowej skrzynki (*Amber box*) i proponuje się ich bardzo poważną redukcję, gdyż uznane zostały za zniekształcające handel zagraniczny. Dotychczas, w ramach negocjacji i ustaleń Rundy

Urugwajskiej GATT zaliczane były do tzw. niebieskiej skrzynki (*Blue box*), jako nie zakłócające istotnie handlu zagranicznego, zwłaszcza gdy miały charakter stały np. obszarowy i były odzielone (*decoupling*) od produkcji. **Ta manipulacja w ramach WTO świadczy o bezpardonowych naciskach i walce o zbyt na światowym rynku żywnościowym oraz stosowaniu, przez lobby żywnościowe niektórych rejonów świata, dowolnych chwytów taktyczno-metodycznych w negocjacjach.** Komisja Europejska ulega tym naciskom, o czym świadczy przebieg obecnych negocjacji rolnych w WTO (Runda Doha), w których zgodziła się na ograniczenie płatności bezpośrednich z obecnego poziomu ok. 110 mld euro (rocznie) do ok. 22 mld euro. Jest to szczególnie niekorzystne dla państw nowo przyjętych. **Taką politykę Komisji Europejskiej należy uznać za dezintegrującą** i jeśli będzie ona kontynuowana to grozi bardzo poważnymi nieporozumieniami wewnątrzunijnymi. Niestety dzieje się tak od zakończenia negocjacji akcesyjnych w 2003 r., kiedy to w czerwcu, jeszcze przed akcesją, przyjęto reformę WPR, niejako spiesząc się aby na jej kształt nie miały wpływu przyszłe nowe państwa członkowskie;

- utrzymanie powiązania płatności bezpośrednich z przestrzeganiem przez rolników zasady wzajemnej zgodności (*cross-compliance*), to znaczy przestrzegania w produkcji rolnej wymogów dotyczących ochrony środowiska, bezpieczeństwa żywności (*food safety; food quality*) i dobrostanu zwierząt (*animal welfare*). Wydaje się, co podkreślaliśmy przed rokiem w artykule<sup>2</sup>, a na co zwracają uwagę również rolnicy ze „starych” państw unijnych, że nadmiernie rozbudowane oraz nie dostosowane do realiów standardy i procedury zasady wzajemnej zgodności mogą ograniczać, a nawet eliminować produkcję, zwłaszcza zwierzęcą w gospodarstwach drobnych;
- likwidację interwencji na niektórych rynkach rolnych, np. pszenicy twardej, ryżu, wieprzowiny oraz

1 O przeglądzie tym wspomnieliśmy w artykule pt. Mity i realia proponowanych zmian wspólnej polityki rolnej UE po 2013 roku, zawartym w „Postępkach Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, Wyższa Szkoła Menedżerska, Warszawa, nr 1/2008 r.

2 Tamże.

jej ograniczenie np. na rynku żyta. Z polskiego punktu widzenia, dotkliwe konsekwencje może mieć zniesienie interwencyjnego skupu na rynku wieprzowiny, ze względu na ciągle duże wahania jej podaży;

- zwiększenie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich. Ze względu na ciągle duże potrzeby inwestycyjne polskiego rolnictwa powinny one być priorytetem w zakresie wsparcia strukturalnego WPR. Diametralnie odmienna sytuacja występuje w dobrze rozwiniętym rolnictwie „starych” państw unijnych (UE-15) i tam ze zrozumiałych względów relatywnie większe wsparcie rozwoju strukturalnego może być kierowane do wiejskiego otoczenia rolnictwa;
- utrzymanie decyzji o wdrożeniu tzw. Systemu jednolitych płatności (SPS – *single payment scheme*), przewidującego np. wsparcie mieszane, tj. obszarowe ale i częściowo powiązane z produkcją (w obecnych propozycjach ograniczone tylko do niektórych produktów rolnych)<sup>3</sup>, a ponadto warunkowane różnymi procedurami, np. tzw. modulacją przewidującą przesuwanie 2-3% płatności bezpośrednich z gospodarstw większych (otrzymujących powyżej 5 000 euro rocznie) na cele wspierania obszarów wiejskich. Jednocześnie proponuje się przedłużenie do 2013 roku możliwości stosowania uproszczonego systemu płatności, tj. systemu SAPS (*single area payment scheme*), stosowanego np. w Polsce oraz w siedmiu innych nowych państwach członkowskich Unii. Mieszany charakter wsparcia rolnictwa w ramach systemu SPS byłby korzystny dla niektórych typów polskich gospodarstw, np. z chowem bydła mięsnego, owczarskich;
- zniesienie obowiązkowego odłogowania (*set-aside*), wynoszącego 10% powierzchni, które obecnie jest stosowane w większych gospodarstwach w UE-15. Jest to uzasadnione, np. dużym zapotrzebowaniem na surowce do produkcji biopaliw. Deficyt zbóż i roślin oleistych oraz ich wysokie ceny w 2007 i w 2008 r. były powodowane, między innymi „ogółaniem rynku” przez zakłady przetwórcze produkujące biopaliwa;
- zniesienie płatności bezpośrednich do upraw roślin przeznaczonych na cele energetyczne od 2010 roku. Z jednej strony, jest to zrozumiałe na obecnym etapie rozwoju wykorzystywania surowców roślinnych na cele energetyczne, w tym na biopaliwa, gdyż popyt będzie w najbliższych latach względnie duży, a tym samym ceny zbytu zadowalające. Chodzi o to aby płatnościami bezpośrednimi nie wspierać dobrze funkcjonującego i opłacalnego przetwórstwa roślin na cele energetyczne. Z drugiej strony, jest to niekorzystne dla krajów biedniejszych, takich jak Polska, o słabiej rozwiniętych gospodarstwach rolnych i podmiotach przetwarzających surowce energetyczne;

- wprowadzenie możliwości przeznaczania w danym państwie unijnym do 10% wartości płatności bezpośrednich na cele pokrywania strat powodowanych przez klęski żywiołowe, czy zakłócenia gospodarcze, zwłaszcza rynkowe;
- wprowadzenie progresywnej (tym większej im większe gospodarstwo) modulacji od 2009 r., a dla nowych państw członkowskich od 2012 roku (przesuwania środków z płatności bezpośrednich na potrzeby wsparcia obszarów wiejskich). W Polsce, ze względu na dominację drobnych gospodarstw, modulacja będzie dotyczyła zaledwie ok. 25% gospodarstw. Naszym zdaniem, rozwój wsparcia otoczenia wiejskiego rolnictwa, czyli tzw. II filaru WPR, to nieporozumienie, zwłaszcza z punktu widzenia biedniejszych państw nowych członków Unii. System modulacji jest potwierdzeniem pejoratywnego stosunku do sfery produkcji rolniczej, co wyraża się w stopniowym zmniejszeniu wsparcia ekonomiczno-finansowego gospodarstw rolnych. Jak twierdzi prof. Walenty Poczta – wsparcie w ramach II filaru powinno mieć jednak znaczenie drugorzędne, gdyż nie dotyczy ono substytutu żywności, a ta ma znaczenie pierwszorzędne<sup>4</sup>.

## OFICJALNE POLSKIE STANOWISKO W RAMACH PRZEGLĄDU WPR

Pod koniec 2008 roku (listopad) polski resort rolnictwa upowszechnił dokument pt. „Polska wizja WPR po 2013 roku – założenia i wstępne propozycje”, który otwiera publiczną dyskusję na temat uzasadnionych zmian wspólnej polityki UE. Autorzy dokumentu uważają, że WPR powinna sprostać najistotniejszym współczesnym wyzwaniom. Zaliczają do nich:

- potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego w Europie, zdając sobie sprawę z potrzeby tworzenia takiego bezpieczeństwa w ujęciu globalnym – w związku z potrzebą wyżywienia coraz większej liczby ludności świata – ok. 90 mld w 2050 roku. Jest to bardzo ważny argument za przerwaniem tendencji do ograniczenia wsparcia sektora rolno-żywnościowego i liberalizacji ochrony unijnego rynku rolnego (przed nadmiernym i tanim importem), co zapobiegnie kurczeniu się tego sektora i ograniczeniu jego zdolności wytwórczych;
- potrzebę kreowania rolnictwa „przyjaznego” środowisku naturalnemu, w tym wodnemu, głównie poprzez zasadę wzajemnej zgodności, która jednakże wymaga dużych i kosztownych inwestycji w gospodarstwach rolnych i w ich otoczeniu;
- rozwój obszarów wiejskich w celu zwiększania tzw. spójności ekonomicznej i społecznej. Naszym zdaniem (jeszcze raz to podkreślamy), nie może to się dokonywać kosztem wsparcia bezpośredniego rolnictwa. Autorzy dokumentu dostrzegają częściowo ten problem i formułują następną wyzwanie:
- potrzebę wspierania dochodów gospodarstw mniejszych, nietowarowych, których jak twierdzą – „udział

3 Polski resort rolnictwa opowiada się za utrzymaniem w Polsce wyłącznie płatności obszarowych. Tak wynika z wypowiedzi ministra rolnictwa, zaprezentowanej na Konferencji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (pt. „Polska wizja Wspólnej Polityki Rolnej po 2013 roku”), zorganizowanej w dniu 26 stycznia 2009 r. (w Warszawie w audytorium J. Mikułowskiego-Pomorskiego – SGGW). Naszym zdaniem, nie jest to rozwiązanie optymalne. Niezbędne byłoby funkcjonowanie wsparcia mieszane, co pozwoliłoby na rozwój niektórych marginalnych obecnie kierunków produkcji, np. owczarskiej i koziańskiej, bydła opasowego i innych. Jest to również w pewnym sensie rezygnacja polityki rolnej z wpływu na kształtowanie dochodów rolniczych.

4 Opinia wygłoszona na seminarium Urzędu Komitetu Integracji Europejskiej i Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi pt. – „Jaka polityka rolna Unii Europejskiej po 2013 roku”, w dniu 15 grudnia 2008 r.

... może nawet wzrosnąć w przypadku dalszej liberalizacji handlu i wzrostu konkurencji zewnętrznej”. Wyzwanie to jest sformułowane zbyt płytko, gdyż jak wiadomo w Polsce obecnie, pomimo płatności bezpośrednich, dochody rolnicze większości gospodarstw, nawet towarowych (do 16 ESU – *European Size Unit*), są niezadowalające. Prof. Stanisław Stańko szacuje, że aż 80% wartości płatności bezpośrednich pochłania wzrost kosztów produkcji (ceny środków produkcji) obserwowany w Polsce po akcesji do UE<sup>5</sup>. Jak ocenia dr Leszek Goraj, obecnie rolnictwo aż 12 państw unijnych wygospodarowałyby stratę, gdyby nie wsparcie płatnościami bezpośrednimi; rolnictwo Słowackie uzyskuje stratę mimo otrzymywania płatności. Średnie dochody rolnicze uzyskiwane w polskich gospodarstwach sięgają zaledwie ok. 50% poziomu przychodów osiąganych w działach pozarolniczych (45,5% w 2008 r., 58,8% w 2007 r., 56,2% w 2004 r. Potwierdza to opinię prof. Andrzeja Czyżewskiego, który twierdzi, że nadwyżka ekonomiczna „ucieka” z rolnictwa i państwo ma obowiązek ją redystrybuować (np. poprzez płatności bezpośrednie – dopisek autorów artykułu)<sup>6</sup>.

Według polskiego resortu rolnictwa, przyszła WPR powinna opierać się na następujących zasadach:

- wspólnotowym wspieraniu sektora rolno-żywnościowego. Autorzy dokumentu podkreślają, że ewentualne przejęcie wsparcia przez budżety krajowe prowadziłyby do konkurencji między państwami Unii w tym zakresie. Naszym zdaniem, istotnym argumentem przeciwko takiemu rozwiązaniu jest fakt, że wielu państw nowo przyjętych do UE po prostu nie byłoby na to stać;
- uwolnieniu WPR od anachronizmów (np. zróżnicowania poziomów płatności bezpośrednich pomiędzy „starymi” i nowymi członkami Unii) i unowocześnieniu jej, poprzez większe urynkwienie, czego dokonano w ramach reformy WPR z 2003 r., oddzielając (częściowe – dopisek autorów artykułu) wsparcie od produkcji. Proste instrumenty i mechanizmy WPR ułatwią rolnikom sprostanie wymogom tej polityki, a jednocześnie pozwolą na obniżenie kosztów administracyjnych. Istnieje potrzeba ograniczenia ilości stosowanych instrumentów;
- stosowaniu w ramach WPR instrumentów i mechanizmów możliwie prostych i stabilnych, w tym w zakresie systemu płatności bezpośrednich;
- zachowaniu spójności terytorialnej i rynkowej poprzez zachowanie jednolitego rynku oraz politycznej tj. opierającej się o stałą debatę publiczną i solidarność w ramach WPR.

Resort rolnictwa prezentuje w omawianym dokumencie ogólny i wstępny (będący podstawą dyskusji i analiz) zarys polskich propozycji w zakresie przyszłych rozwiązań we WPR, a mianowicie:

- utrzymanie interwencji na rynku rolnym, zwłaszcza wobec prawdopodobnych w dającej się przewidzieć

przyszłości wahań podaży i tym samym cen różnych produktów rolnych. Potwierdzeniem tego są poprzednie dwa lata, 2007 i 2008 r., kiedy ceny zbóż i roślin oleistych utrzymywały się na poziomie ponad dwukrotnie wyższym w porównaniu do lat poprzednich, na skutek niższych zbiorów i względnie dużego przerobu wspomnianych surowców na bioetanol i bioolej napędowy. Uważamy, w odróżnieniu od argumentacji resortu, że interwencja rynkowa leży w interesie całego polskiego rolnictwa, a nie tylko gospodarstw mniejszych;

- utrzymanie co najmniej na obecnym poziomie płatności bezpośrednich, jako głównego instrumentu WPR, ze względu na potrzebę:
  - wspierania i stabilizowania dochodów rolniczych,
  - rekompensowania dużych i ciągle rosnących w Polsce kosztów produkcji rolniczej,
  - zachowania produkcji rolniczej w regionach o najtrudniejszych warunkach gospodarowania rolniczego.

Naszym zdaniem płatności bezpośrednie do dochodów rolniczych, to częściowe wsparcie inwestycji rolniczych, czego dowodzą badania, a co potwierdza prof. Walenty Poczta<sup>7</sup>

- utrzymanie co najmniej na obecnym poziomie finansowego wsparcia rozwoju obszarów wiejskich (w tzw. filarze II, niezależnie od faktu, że część potrzeb z tego zakresu będzie dofinansowywana z Funduszu Spójności). Przemawiają za tym nowe wyzwania, takie jak:
  - potrzeba neutralizacji skutków zmian klimatycznych dla rolnictwa i środowiska naturalnego,
  - potrzeba wytwarzania energii odnawialnej,
  - potrzeba ochrony zasobów wodnych,
  - potrzeba zachowania różnorodności biologicznej flory i fauny, zarówno w rolnictwie, jak i w środowisku naturalnym.

## NEGOCJACJE LIBERALIZACYJNE W RAMACH WTO A WPR

### Stan negocjacji w WTO i stanowisko Komisji Europejskiej

Obecne negocjacje rolne w WTO toczą się w ramach Run- dy Doha, rozpoczętej w 2001 roku, a więc w okresie negocjacji akcesyjnych 10 nowych członków Unii Europejskiej. Według niektórych opinii, do których się przyłączamy, **Komisja Europejska zachowuje się bardzo ugodowo w stosunku do propozycji liberalizujących światową politykę rolną**, w tym np. propozycji obniżenia wsparcia finansowego rolnictwa, w celu zmniejszenia wydatków z budżetu największych płatników unijnych do kasy wspólnotowej. Ten aspekt coraz wyraźniej dostrzegają nowi członkowie Unii, co znajduje wyraz w opiniach na temat wspólnej polityki rolnej po 2013 roku, wypowiedzianych obecnie w czasie przeglądu tej polityki. Dotyczy to również strony polskiej. Nasze opinie pod adresem niektórych propozycji liberalizacyjnych, proponowanych przez WTO są negatywne. Być może wpływa na to perspektywa kryzysu gospodarczego w najbliższych latach, z czego coraz wyraźniej zdają sobie sprawę rządy poszczególnych państw unijnych.

5 Opinia wygłoszona na seminarium Urzędu Komitetu Integracji Europejskiej i Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi pt. „Jaka polityka rolna Unii Europejskiej ...”, *op. cit.*

6 Tamże.

7 Tamże.

Mimo wspomnianej ugodowości, Komisja Europejska opowiada się za zachowaniem pewnych ograniczeń liberalizacyjnych. Wyraziła to w swoim stanowisku, zaprezentowanym w Cancun w 2003 r., a następnie w Hong Kongu w 2005 roku. Zestawione obydwie stanowiska można ująć następująco – Komisja Europejska:

- nie zgodziła się na nałożenie ograniczeń wsparcia typu *Green box*, jako nie zniekształcającego handlu zagranicznego. Obecnie jednak, WTO proponuje ograniczenie tego wsparcia do 2,5% wartości produkcji;
- zgodziła się na zredukowanie tzw. zagregowanego (całkowitego) wsparcia (AMS – *Aggregated Measurement Support*) aż o 70% (pod warunkiem, że redukcja w USA wyniesie 60%, a w innych krajach 50%). W ostatniej, czwartej już wersji propozycji negocjacyjnych przygotowanych przez Sekretariat WTO, z lutego 2008 roku (*Revised Draft Modalities*), przewiduje się dla UE łączną redukcję wsparcia zniekształcającego handel (OTDS – *Overall trade-distorting-domestic support*), tj. wsparcia typu – *Amber box*, *de minimis* oraz *Blue box* w wysokości aż 75-85% (66-77% dla USA i Japonii);
- zgodziła się na ograniczenie wsparcia w ramach *Blue box* do 5% wartości produkcji. Nie zredukowane wsparcie dochodów rolniczych nie związane z produkcją (*decoupled*), czyli wsparcie typu SAPS, czy SPS byłoby zakwalifikowane do *Green box*;
- zgodziła się na ograniczenie wsparcia typu *Amber box*, przy zachowaniu zasady pułapów (*de minimis*) stosowania tych środków; obecnie pułapy te wynoszą – 5% dla krajów rozwiniętych i 10% wartości produkcji dla krajów słabiej rozwiniętych;
- uznała za uzasadnione zachowanie względnie dużego wsparcia rolnictwa w krajach słabiej rozwiniętych;
- uznała za konieczne zniesienie wszystkich instrumentów wsparcia eksportu rolno-żywnościowego, a nie tylko jego subwencji, pod warunkiem, że uzgodnione zostaną zasady ograniczające rolę państwowych podmiotów handlu zagranicznego i uporządkowane zasady pomocy żywnościowej, zwłaszcza dla krajów słabiej rozwiniętych tak, aby nie spełniała ona formy promocji i zwiększania eksportu;
- zgodziła się na przyjęcie mieszanej (zharmonizowanej) zasady redukcji ceł importowych, tj. formuły liniowej, tak jak podczas Rundy Urugwajskiej GATT i tzw. formuły szwajcarskiej (*tiered* – pasmowej). W praktyce oznaczałoby to relatywnie większe zmniejszenie wysokich stawek celnych i mniejsze – stawek niższych; w krajach rozwiniętych (w tym w UE) stawki najwyższe, tj. stawki powyżej 75% byłyby zredukowane aż o 66-73%, natomiast najniższe, tj. poniżej 20% o 48-52%. Komisja Europejska domagała się większej ochrony tzw. towarów wrażliwych w odsetku 8% ogółu linii taryfowych (WTO proponuje najwyżej 4%), z takich grup towarowych jak wołowina, drób, masło, owoce, warzywa oraz cukier. Na zachowanie większej ochrony celnej towarów z tych grup nie chcą się zgodzić inne kraje. Rynek tych towarów zostałby objęty niższymi redukcjami ceł oraz byłby chroniony w sy-

tuacjach zagrożenia tzw. klauzulami SSM (*special safeguard mechanism*)<sup>8</sup>. Zasady stosowania tych klauzul nie są ciągle uzgodnione.

### Negatywne skutki przyjęcia propozycji WTO dla WPR; ocena celowości wdrożenia tych propozycji

1. Należy podkreślić, że przebieg negocjacji w WTO potwierdza, że w odróżnieniu od poprzedniej – Rundy Urugwajskiej GATT w ogóle nie uwzględnia się pozarolniczych funkcji rolnictwa, czyli jego wielofunkcyjności. W Rundzie Urugwajskiej uwzględniano się i brało je pod uwagę (określane ogólnie nazwą aspektów pozahandlowych związanych z rolnictwem – *non-trade concern of agriculture*), przy proponowaniu rozwiązań liberalizacyjnych, np. przy redukcji wsparcia finansowego rolnictwa. W efekcie traktowano jako nienaruszalne wsparcie sektora rolno-żywnościowego typu *Green box*. Obecnie proponuje się pułap jego stosowania na poziomie 2,5% wartości produkcji.

**Obecne podejście WTO do negocjacji liberalizacyjnych ma charakter technokratyczny, co grozi wdrożeniem nadmiernej liberalizacji i w efekcie poważnymi zakłóceniami i załamaniem się produkcji rolno-żywnościowej w wielu krajach i regionach świata, w tym w państwach UE. Mimo zgody Komisji Europejskiej na bardzo głęboką liberalizację niektórych aspektów światowej polityki rolnej, jej przedstawiciele twierdzą, że nie naruszy to zasad obecnie realizowanej WPR. Niestety budzi to nasze wątpliwości.** Wydaje się, że na takie podejście do negocjacji i ugodowość Komisji Europejskiej pewien wpływ mają prognozy wzrostu cen na światowym rynku żywnościowym. Wzrost ten był szczególnie widoczny w latach 2003-2008 (a w Polsce i w UE w 2007 roku i w pierwszej połowie 2008 roku). To pozwala zwolennikom głębokiej liberalizacji zakładać wzrost i dużą opłacalność eksportu rolno-żywnościowego, a w konsekwencji zbędność jego dotowania oraz zbędność głębokiej interwencji (np. skupu interwencyjnego), zbędność kwotowania produkcji i znacznego wsparcia dochodów rolniczych. Założenia są błędne. **Dochody rolnicze wcale nie muszą wzrosnąć, zwłaszcza w dłuższym okresie. Wynika to ze wspomnianego zjawiska „ucieczki” nadwyżki ekonomicznej z rolnictwa, co przejawia się w bardzo małej marży handlowej otrzymywanej przez rolnika i w efekcie w relatywnym zmniejszaniu się cen zbytu i dochodów rolniczych.**

2. Wydaje się, że nadchodzący globalny kryzys ekonomiczno-finansowy weryfikuje negatywnie proponowane obecnie (w czwartej wersji) rozwiązania liberalizacyjne, głównie ze względu na widoczny już i nasilający się spadek popytu wewnętrznego i zewnętrznego na dobra konsumpcyjne, w tym na żywność. Wymagać to będzie, między innymi, względnie dużego wsparcia dochodów rolniczych, interwencjonizmu na rynku rolno-żywnościowym i ochrony importowej tego rynku, czy wsparcia eksportu rolno-żywnościowego. W przeciwnym razie **produkcja rolno-żywnościowa może się zmniejszać, co w konsekwencji będzie powodowało zmniejszanie się dochodów rolniczych i poważne zakłócenia na rynku, w tym wahania podaży i cen.**

<sup>8</sup> Obecnie UE stosuje tzw. klauzule SSG (*special safeguard*). Zgodnie z zasadami uzgodnień w ramach Rundy Urugwajskiej GATT, można je stosować w odniesieniu do 1,5% ogółu linii taryfowych. Ocenia się, że ustawodawstwo unijne dopuszcza stosowanie tych klauzul w odniesieniu do większej niż 1,5% linii taryfowych.

3. Wdrożenie głębokiej liberalizacji światowej polityki rolnej może spowodować **głębokie załamanie i zmniejszenie się produkcji rolnej w niektórych rejonach świata, w tym w UE. W państwach nowo przyjętych do UE, liberalizacja ta utrwaliłaby niedorozwój sektora rolno-żywnościowego**, ze względu na zahamowanie procesów jego restrukturyzacji.

4. Ograniczenie wsparcia sektora rolno-żywnościowego spowodowałoby **pogorszenie się jakości (w tym zdrowotnej) żywności**, ze względu na mniejszą intensywność jej produkcji oraz niedoinwestowanie służb, odpowiedzialnych za jej kontrolę.

5. **Przyjęcie obecnych propozycji liberalizacyjnych ubezwłasnowolniliby WPR i zmarginalizowałoby jej wpływ na produkcję i rynek rolno-żywnościowy. UE jako całość, ale i poszczególne państwa członkowskie nie mogłyby w sposób zadowalający wpływać na kształtowanie na swoich rynkach bezpieczeństwa żywnościowego. Spowodowałoby to dominację w światowej polityce żywnościowej międzynarodowych koncernów żywnościowych<sup>9</sup>, zarówno w handlu zagranicznym towarami rolno-żywnościowymi, jak i w produkcji surowców żywnościowych i żywności.** Wydaje się, że pojawiłaby się z konieczności tendencja państw unijnych, zwłaszcza bogatszych do wspierania krajowych sektorów rolno-żywnościowych z własnych budżetów, a **to oznaczałoby niejako „początek końca” WPR, a zarazem jednolitego rynku unijnego.**

## WNIOSKI

1. Zaprezentowana analiza pozwala stwierdzić, że trwające negocjacje liberalizacyjne w WTO w ramach Rundy Doha mogą przynieść bardzo niekorzystne rozwiązania dla wspólnotowej i europejskiej polityki rolnej. Niestety odnosi się wrażenie, że Komisja Europejska nie broni w sposób zadowalający interesów wspólnotowego sektora rolno-żywnościowego. Przyczyn tego może być wiele, o niektórych już wspomnieliśmy. Wydaje się, że można do nich zaliczyć ponadto:

- niechęć niektórych środowisk unijnych do wspierania sektora rolno-żywnościowego na obecnym poziomie, w tym zwłaszcza sektora biedniejszych państw nowych członków UE. Przeciwnikami obecnego wspólnotowego wsparcia sektora rolno-żywnościowego są niektóre państwa unijne, np. Wielka Brytania, Szwecja, Dania, ale co dziwne – również Czechy,
- oparcie się Komisji Europejskiej na przewidywanym wzroście światowych cen żywnościowych i konkluzji, że z tego powodu WPR może być znacząco zliberalizowana,
- dużą ugodowość Komisji Europejskiej w negocjacjach rolnych WTO, między innymi, ze względu na możliwość uzyskania dużych pozarolniczych koncesji handlowych,
- duży wpływ na przebieg negocjacji WTO i postawy Komisji Europejskich lobby międzynarodowych koncernów żywnościowych,
- zbyt słabą dotychczas postawę roszczeniową nowych państw unijnych w sprawach zasad WPR.

2. Wydaje się, że podsumowanie omawianego przeglądu WPR (*Health Check of CAP*) jest bardziej zadowalające niż stanowisko Komisji Europejskiej w negocjacjach, w ramach Rundy Doha.

3. Zadowalający jest fakt, że polski resort rolnictwa i środowiska polskich ekspertów z zakresu polityki rolnej, prezentują racjonalne, w świetle potrzeb społeczno-gospodarczych, stanowisko w odniesieniu do kształtu WPR po 2013 roku oraz do negocjacji rolnych w WTO.

## WHAT WILL BE WITH THE EUROPEAN UNION COMMON AGRICULTURE POLICY AFTER THE YEAR 2013, SHALL IT MEET THE REAL NEEDS?

### SUMMARY

*Summing up the Common Agriculture Policy directions and outlined change proposals, we may state, that most of these proposals are balanced, although some of them are controversial. It seems, however, that further partner discussion about the shape of this policy after 2013, will allow to find the optimum solutions for each of the European Union member countries, including the newly appointed. The considerably more serious reservations and anxiety are caused by the European Commission's weak position concerning agricultural negotiations with the WTO and is not compatible with the discussed CAP. The implementation of the very liberal world agricultural policy, which the European Commission accepts to great extent, will have disastrous effects on agriculture in some world regions including the European Union.*

<sup>9</sup> Opinia wygłoszona przez prof. Andrzeja Czyżewskiego na seminarium pt. „Jaka polityka rolna Unii Europejskiej...”, *op. cit.*

Prof. dr hab. Lidia BIAŁOŃ  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
Dr inż. Danuta JANCZEWSKA  
Wyższa Szkoła Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi

## UWARUNKOWANIA STRATEGII INNOWACJI W ORGANIZACJACH®

*Celem artykułu jest prezentacja kreowania i wdrażania strategii innowacji – jako najważniejszego czynnika konkurencyjności organizacji.*

### MIEJSCE STRATEGII INNOWACJI W STRATEGII OGÓLNEJ

Przez strategię rozwoju przedsiębiorstw w naukach organizacji i zarządzania rozumie się określanie długofalowych celów i środków ich realizacji<sup>1</sup>. Konieczność sporządzania strategii rozwoju (w ramach zarządzania strategicznego) wynika z faktu, iż otoczenie w którym funkcjonuje organizacja staje się coraz bardziej turbulentne – i dla zachowania oraz poprawy pozycji rynkowej musi ona posiadać umiejętność przewidywania kierunku zmian tego otoczenia – aby móc dostosowywać się do niego.

Warunkiem zachowania i poprawy swojej pozycji konkurencyjnej jest wprowadzanie innowacji: innowacji produktowych, procesowych, technologicznych, a także innowacji w zakresie zarządzania, kontaktów z innymi organizacjami a nade wszystko z klientami. Stąd każda organizacja musi sporządzać strategię innowacji, które będą strukturalnie związane z jej ogólną strategią. Głównym ich celem, oprócz zachowania i poprawy pozycji rynkowej, może być wprowadzanie nowych reguł postępowania na rynku.

Definicja strategii rozwoju organizacji, a w ślad za tym jej sporządzanie wydają się być proste, jasne i zrozumiałe. W strategii rozwoju organizacji powinny być przedstawione w miarę dokładnie dwa bloki zagadnień:

- I – misja, wizja, ale i strategia,
- II – środki realizacji tych celów.

Tak określone warianty strategii staną się podstawą sporządzenia i przyjęcia planów: długofalowego (strategicznego), taktycznego i operacyjnego.

W ramach celów strategicznych powinna być określona pozycja rynkowa organizacji w otoczeniu konkurencyjnym. Strategia rozwoju organizacji, po jej wdrożeniu staje się wzorem jej działania. Strategię innowacji należy rozumieć jako formułowanie i realizację długofalowych celów i środków prowadzących do ich wykorzystania. Innowacje należy traktować jako środki realizacji celów ogólnych, jednakże w strategii rozwoju innowacji formułowane są w sposób bardziej szczegółowy. Na kluczowe znaczenie innowacyjności, a w ślad za tym implementacji strategii innowacji dla doskonalenia produkcji i sprzedaży produktów i ostatecznie osiągnięcia pozycji lidera rynkowego – wskazywali m.in. Hamel i Prahalad [7].

<sup>1</sup> Z szerokiej literatury dotyczącej problemów strategii można wymienić autorów: Handler A.D.: *Strategy and Structure*, The MIT Press, Cambridge 1962, Oblój K. *Tworzywo skutecznych strategii*, PWE Warszawa 2002, Pierścionek Z.: *Strategie konkurencji i rozwoju przedsiębiorstwa*, PWN, Warszawa 2003.

Proces tworzenia strategii innowacji jako części składowej ogólnej strategii organizacji – jest procesem, jak się wydaje, bardziej skomplikowanym w porównaniu z procesem tworzenia strategii ogólnej. W strategii ogólnej np. zakłada się, iż organizacja powinna poprawić pozycję rynkową – a w strategii innowacji należy ustalić, jakie innowacje przyczynią się do realizacji tego celu ogólnego. Wdrożenie innowacji jest środkiem realizacji celów zawartych w strategii ogólnej. Cele zawarte w strategii ogólnej są więc ściśle związane z celami innowacji.

### CELE ZAWARTE W STRATEGII INNOWACJI

Cele wdrażania innowacji zawarte w strategii rozwoju organizacji można sformułować w sposób następujący:

1. wdrażanie nowych produktów, procesów i systemów organizacyjnych,
2. wzrost racjonalności gospodarowania wyrażający się w poprawie efektywności, zmniejszeniu chłonności czynników produkcji i wzrostu ich produktywności,
3. dbanie o tożsamość, wizerunek i reputację organizacji,
4. poprawa klimatu innowacyjnego organizacji, a także pozyskiwanie potencjału intelektualnego – jego rozwój i doskonalenie,
5. utrzymanie firmy na obecnych rynkach oraz poszerzenie rynków zbytu,
6. pozyskiwanie funduszy na sfinansowanie programu innowacyjnego.

Problemem bardzo ważnym dla każdej organizacji jest wybór innowacji do wdrożenia, która pozwoli na osiągnięcie wymienionych celów – ujętych w strategii ogólnej. Jest to punktem wyjścia do sporządzenia strategii innowacji:

- I. przeprowadzenia audytu innowacyjnego,
- II. podjęcia decyzji o wyborze rodzaju innowacji do wdrożenia.

Należy odpowiedzieć na pytania:

- czy strategia innowacji ma dotyczyć całego procesu innowacyjnego – od pomysłu, poprzez proces innowacyjny – aż do jego wdrożenia i komercjalizacji,
- czy też strategię innowacji należy ograniczyć do wdrożenia i komercjalizacji.

Odpowiedź na te pytania jest istotna, gdyż zadecyduje o zakresie audytu innowacyjnego. Przedmiotem strategii innowa-

cji będzie bowiem cały proces innowacyjny oraz jego efekty, a nie tylko wdrażanie i komercjalizacja.

Sformułowanie strategii innowacji wymaga szerszej znajomości przynajmniej trzech obszarów:

- umiejętności identyfikacji potrzeb innowacyjnych,
- możliwości organizacji w zakresie realizacji procesów innowacyjnych, a także słabości w tym zakresie,
- poszukiwania pomysłów i źródeł innowacji.

W związku z tym jawi się potrzeba przeprowadzenia diagnozy tych obszarów drogą audytu innowacji.

## AUDYT INNOWACJI

Audyt innowacji – to sposób oceny czynników umożliwiających kreowanie pomysłów innowacyjnych, w celu ich realizacji oraz wdrożenia i komercjalizacji. Przystępując do opracowania strategii innowacji należy mieć na uwadze dotychczasowe doświadczenia w zakresie czynników rozwoju firmy. Należy ustalić:

- czy innowacje stanowią najważniejszy element tworzący wartość firmy,
- czy kadra menedżerska poświęca znaczącą część czasu na wprowadzenie różnych rodzajów innowacji,
- czy opracowywano strategię innowacji – traktowane jako część ogólnej strategii firmy,
- czy były one i są zrozumiałe,
- jaka jest ich zawartość merytoryczna.

W strategii innowacji ważna jest analiza sytuacji rynkowej organizacji – w trzech aspektach: firma-odbiorcy, firma-dostawcy, firma-nauka. Diagnoza innowacyjności obejmuje też informacje o rodzajach wdrożonych innowacji i efektach jakie przyniosły po wdrożeniu – zarówno wymiernych, jak i niewymiernych (efekty twarde – efekty miękkie). Ważna jest również charakterystyka źródeł innowacji i metod prognozowania przyszłych zdarzeń. W zakres diagnozy sytuacji innowacyjności wchodzi także źródła finansowania projektów innowacyjnych i ich wdrożenia. W związku z tym konieczna jest odpowiedź na następujące pytania:

- Czy i w jaki sposób firma współpracuje z bankami?
- Czy korzysta z funduszy Unii Europejskiej?

Diagnozie podlega też sposób zarządzania firmą, a w jej ramach w szczególności zarządzania innowacjami. Chodzi głównie o współpracę z zewnętrznymi organizacjami, w tym z jednostkami sfery nauki. Na sukces wdrażania innowacji wpływa klimat innowacji w firmie oraz system motywacyjny pracowników (uczestników procesów innowacyjnych), kompetencje kadry menedżerskiej i pracowników a także sposób, w jaki firma prowadzi marketing innowacji. Trzeba pamiętać, że niebagatelną (a może wręcz decydującą o sukcesie wdrożeniowym innowacji) rolę – pełni osoba przedsiębiorcy<sup>2</sup>. Te i inne elementy zarządzania muszą być objęte diagnozą w ramach audytu innowacji.

Audyt innowacji możemy podzielić na wewnętrzny oraz zewnętrzny, a jego wyniki przedstawić przy pomocy metody SWOT. Metoda składa się z czterech obszarów opisujących mocne strony firmy (strengths), słabe punkty (weakness), oraz

znajdujące się poza firmą: szanse (opportunities) i zagrożenia (threatness). Analizę SWOT poprzedza szeroka diagnoza wymienionych czynników i uwarunkowań rozwoju innowacyjności – przeprowadzona z pomocą różnych metod:

- pomiaru luki technologicznej, luki jakości, luki w zarządzaniu,
- metody prognozowania – np. Delphi, scenariuszowej, metody *foresight*<sup>3</sup>.

Wyniki badań wspomnianych metod mogą być jako dane i informacje do analizy SWOT. Przykładową tabelę analizy SWOT przytaczamy na następnej stronie.

W tabeli analizy SWOT należałoby każdemu z czynników nadać wagę oraz ocenę z punktu widzenia przebiegu prac innowacyjnych. Porównanie sumy mocnych stron i szans z sumą słabych stron i zagrożeń wskaże kondycję atutów innowacyjnych. Mocne strony i szanse należałoby maksymalnie wykorzystać dla zdynamizowania działań innowacyjnych, natomiast słabe strony i zagrożenia – zminimalizować.

Dla każdej organizacji zestaw mocnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń może być inny. Jest to zależne od sposobu tworzenia potencjału innowacyjnego, umiejętności jego wykorzystania oraz dotychczasowej aktywności innowacyjnej.

Szanse i zagrożenia zależą od rodzaju otoczenia, które może być:

- stabilne – taki stan należy do przeszłości,
- zmienne – obserwujemy je obecnie,
- turbulentne lub wysoce turbulentne – czeka nas w dalszych latach XXI wieku.

Wyniki analizy SWOT pozwolą na opracowanie listy przedsięwzięć z zakresu innowacji koniecznych do wdrożenia, z podaniem okresu wdrożenia (pilność rozwiązania). Wymaga to jednak przeprowadzenia rachunku ekonomicznego pod kątem opłacalności innowacji w różnym okresie czasowym. W decyzji o włączeniu przedsięwzięć innowacyjnych do strategii innowacji należy również uwzględnić pomiar kultury innowacyjnej, bowiem wprowadzaniu zmian, szczególnie innowacji przełomowych towarzyszą znaczne opory ze strony pracowników.

Wybór i realizacja strategii pozwalającej na dostosowanie firmy do zmieniającego się otoczenia, nie tylko w kraju, ale i na rynkach europejskich i globalnych, jest elementarnym warunkiem sukcesu w myśl zasady, iż łatwiej zmienić warunki wewnętrzne aniżeli zewnętrzne. Firma musi posiadać umiejętności dostosowywania się, choć może mieć także wpływ na ich kształtowanie.

W warunkach otoczenia stałego dla utrzymania rynków o niewysokiej dynamice – organizacje nie są zmuszone do wielkiego wysiłku innowacyjnego. W warunkach zmiennego otoczenia zaczyna działać przymus ekonomiczny do wprowadzania przez organizacje innowacji przyrostowych o znacznej dynamice ich wzrostu. W warunkach otoczenia turbulentnego z tendencją do rosnącej turbulencji pojawia się konieczność wdrażania innowacji radykalnych, przełomowych – opartych głównie na wynikach prac badawczych związanych z elektroniką, nanotechniką, czy biotechnologią. Dotyczy to w pewnym stopniu również innowacji w zakresie zarządzania.

2 Szerokie badania znaczących firm amerykańskich wykazały, że osoba przedsiębiorcy jest decydującym czynnikiem sukcesu firmy [5].

3 Ostatnio upowszechniona metoda *foresight* umożliwia kombinację badań wzrostu innowacyjności, dyfuzji technologii oraz szeroko pojętych problemów rozwoju społecznego.

Tabela 1. SWOT z perspektywy realizacji procesów innowacyjnych w organizacji

Mocne strony	ocena	waga	Σ ocen wazonych	Słabe strony	ocena	waga	Σ ocen wazonych
Wysoki poziom kompetencji kadry kierowniczej				Niski poziom kultury innowacyjnej			
Zdolność do wdrażania nowych produktów, technologii, systemów organizacyjnych				Brak – lub słaba siła marki, niska rozpoznawalność marki			
Nowoczesny park maszynowy				Brak wyraźnych struktur odpowiedzialnych za działalność innowacyjną			
Dobre relacje z dostawcami				Brak lidera innowacji			
Dobre relacje z klientami, znajomość ich oczekiwań				Brak – lub słabe działania na rzecz innowacji			
Dobre kontakty z jednostkami sfery nauki				Trudności w zdobyciu funduszy na działalność innowacyjną			
<b>Razem</b>	<b>X</b>			<b>Razem</b>	<b>X</b>		
Szanse	ocena	waga	Σ ocen wazonych	Zagrożenia	ocena	waga	Σ ocen wazonych
Chłonny rynek. Rosnące potrzeby innowacyjne klientów indywidualnych i instytucji				Konkurencja na rynkach lokalnych, krajowych, globalnych			
Możliwości realizacji projektów innowacyjnych w ramach programów Unii Europejskiej				Trudności we wchodzeniu na nowe rynki – bariery			
Możliwość pozyskania wsparcia finansowego				Brak funduszy na działalność innowacyjną			
Możliwość wykorzystania informacji z wyników badań narodowych, sektorowych i branżowych, programów <i>foresight</i>				Brak informacji dotyczących oceny luk; technologicznej, jakościowej, oraz metod realizacji audytu innowacji			
Promowanie marki na rynkach UE				Słabe kontakty sektora nauki z przedsiębiorstwami, brak oferty ze strony nauki,			
Regulacje prawne, motywujące do działań innowacyjnych				Zmieniające się oczekiwania klientów, dostawców			
<b>Razem</b>	<b>X</b>			<b>Razem</b>	<b>X</b>		

Źródło: Opracowanie własne.

W związku z radykalnymi zmianami w otoczeniu, globalizacją życia gospodarczego i społecznego – rozwijają się wszechstronne metody badawcze. Narasta znaczenie metody *foresight*<sup>4</sup>, którą traktować należy jako zintegrowaną, systemową metodę badania nauki, techniki, gospodarki, ekologii

4 Foresight to proces kreowania kultury społeczeństwa myślenia o przyszłości, w którym biorą udział zarówno naukowcy, inżynierowie, jak i przedstawiciele przemysłu, czy pracownicy administracji publicznej. Proces ten polega na wyznaczeniu strategicznych kierunków B+R o rozwoju technologii w celu przysporzenia jak największych korzyści ekonomicznych i społecznych w gospodarce. Uczestniczący w projektowaniu foresight ustalają priorytetowe kierunki badań, wspólnie tworzą wizję przyszłych osiągnięć. Cyt. za A.Kononiuk, A.Magierak Powiązania *foresight* regionalnych z nowoczesnym zarządzaniem przedsiębiorstwem produkcyjnym, Nauka i Szkolnictwo Wyższe Nr 2/32/2008.

i społeczeństwa. Jest ona narzędziem prognozowania przyszłości. Do tej pory wyróżnia się w zasadzie trzy rodzaje *foresightu* – narodowy, regionalny i sektorowy. Wyniki badań metod *foresight* – mogą być znaczącym źródłem informacji dla sporządzenia strategii innowacyjnej przedsiębiorstw<sup>5</sup>.

5 Program *FORESIGHT – Polska 2020* – był realizowany w ramach programu UE – od czerwca 2007 do września 2008, w badaniach uczestniczyła dr inż. D. Janczewska – jako ekspert zewnętrzny.



## RODZAJE STRATEGII INNOWACJI – WARIANTY WDRAŻANIA

Analitycy sporządzający strategie innowacji na podstawie analizy SWOT i informacji pomocniczych definiują propozycję rodzajów innowacji do wdrożenia, których efektem ma być osiągnięcie konkretnych celów organizacji – zgodnych (jak już na wstępie zaznaczyliśmy) z celami organizacji – zawartych w strategii ogólnej.

Przyjmując, że elementem strategii będą: produkt, usługa, proces oraz nowy sposób systemu zarządzania, zdajemy sobie sprawę, że procesy innowacyjne (których celem będzie uzyskanie tegoż produktu) można realizować w różny sposób. Zarówno innowacja produktowa (niezależnie od skali nowości), jak i procesowa – może być zrealizowana dzięki:

- działalności badawczo – rozwojowej prowadzonej w danej organizacji, bądź w jednostkach sfery nauki,
- zakupowi licencji krajowych lub zagranicznych,
- wysokiemu poziomowi kompetencji innowacyjnych własnego kapitału ludzkiego,
- połączeniu wymienionych trzech czynników.

Powyższe czynniki innowacyjności można zakwalifikować do grupy intelektualnych.

W strategii innowacji należy uwzględnić sposób wdrażania innowacji; może to być innowacja pionierska, bądź imitacyjna. Konsekwencją innowacji pionierskiej może być tzw. renta wyprzedzenia, ale ponoszone muszą być wówczas tzw. koszty przodownictwa, które nie występują w przypadku strategii imitacyjnej. Innowacja może być wdrożona przez jedną firmę – bądź w kooperacji z innymi organizacjami, np. okołobiznesowymi, czy jednostkami sfery nauki.

Stan środowiska przyrodniczego wymaga w obecnych czasach innowacji, które mogłyby prowadzić do jego ochrony, bądź poprawy. W strategii innowacji to przesłanie należy wziąć pod uwagę w przygotowaniu produktów oraz procesów i uwzględnić:

- zmniejszenie odpadów – zarówno u producenta, jak i u użytkownika,
- ekologizację produktów, procesów, opakowań,
- poprawę jakości produktów bez podnoszenia zużycia materiałów, wody, energii – co doprowadzi do obniżki kosztów u producenta i odbiorcy – a w konsekwencji do oszczędności zasobów naturalnych.

Ponieważ innowacja jest najważniejszym czynnikiem wzrostu konkurencyjności, w jej strategii muszą być przewidziane działania związane z utrzymywaniem starych rynków i poszukiwaniem nowych, a także z edukacją klientów (stała, okazjonalna). Należy utrzymywać stałe kontakty z klientami w każdej fazie procesu innowacyjnego [1, 2], gdyż tego wymagają współczesne procesy zarządzania firmą.

Każdy ze sposobów wdrażania innowacji wymaga określonych nakładów, stąd wszystkie trzeba uważnie wycenić i zastanowić się nad wyborem wariantu do wdrożenia. Nie występuje jednolity wariant wdrożenia, ale zależy on od uwarunkowań wewnętrznych i zewnętrznych, które są zróżnicowane dla różnego rodzaju organizacji [3]. Najważniejszym kryterium wyboru wariantu wdrażania strategii będzie wzrost efektywności gospodarowania (zyski i koszty) oraz wzrost konkurencyjności firmy. Wzrost efektywności gospodarowania nie jest równoznaczny ze wzrostem konkurencyjności.

Podstawą formułowania strategii innowacji jest uwzględnienie elementów istotnych dla konkurencyjności firmy; należy określić:

- co jest najważniejszym atutem firmy,
- co przeszkadza firmie w zajęciu pozycji rynkowej,
- na jakim etapie cyklu życia znajduje się firma i jej produkty,
- jakie są prognozy ekonomiczne, rynkowe, technologiczne w skali sektora i w skali makroekonomicznej,
- jakie zachowania klientów mogą wpłynąć na sukces rynkowy firmy.

## SYSTEM SIECIOWY – INNOWACJE W ZARZĄDZANIU

Do strategii innowacji firm należy włączyć także innowacje w zakresie zarządzania. Taką innowacją może być przystąpienie do organizacji typu sieciowego. Są one współczesnymi formami zachowań organizacji, a ich podstawową korzyścią jest łatwy dostęp i wymiana informacji oraz nawiązanie relacji pomiędzy uczestnikami sieci.

Sieci to systemy typu otwartego, działające w otoczeniu, z którym są powiązane strukturalnie i funkcjonalnie. Istnieje możliwość swobodnego wyboru o przystąpieniu do sieci, jak również rezygnacja z uczestnictwa w niej – jako, że brak jest centralnych ośrodków systemu sieciowego. W sieci firmy wzajemnie się wspierają – poprzez wymianę informacji, doświadczeń biznesowych – także w obszarze innowacji, co powoduje wzrost zainteresowania innowacjami.

Z punktu widzenia powiększania potencjału innowacyjnego uczestnictwo w systemie sieciowym stwarza możliwość lepszego wykorzystania zasobów wiedzy do realizacji własnych procesów innowacyjnych. Następuje rozwój powiązań typu relacyjnego w czasie, a także powstaje efekt sumowania doświadczeń innowacyjnych uczestników sieci, co może wpłynąć na wzrost efektywności przedsięwzięć innowacyjnych poszczególnych firm.

Relacje typu sieciowego istniały zawsze – miały jednak inny charakter a obecnie wykształciły się szczególne ich cechy, przynoszące korzyści uczestnikom. Można wyróżnić:

- sieci przedsiębiorców,
- sieci biznesowe (*organizational network of business*),
- sieci informacyjne (*information network*),
- sieci wymiany (*exchange network*),
- sieci wpływów (*network of influence*).

Sieci mogą powstawać w procesie inkubacji, a także w otoczeniu dużych firm innowacyjnych. Parki technologiczne, czy parki nauki są pewnego rodzaju systemami sieciowymi. Systemy sieciowe mogą powstawać w pewnych sprzyjających okolicznościach, np. sieci popytowe (*demand – related – networks*), sieci podażowe (*supply – related networks*), sieci wspomagania (*support – related – networks*).

Współpraca organizacji w ramach sieci pozwala firmom uczestniczącym na osiągnięcie wielu korzyści:

- powiększenia zdolności innowacyjnych,
- wzrostu kompetencji organizacji poprzez wzrost zasobów wiedzy prowadzący do wzrostu potencjału innowacyjnego,

- powiększenia sprawności w komunikowaniu się z otoczeniem,
- poszerzenia zdolności kooperacyjnych w obszarze regionalnym, kontynentalnym i globalnym,
- budowania relacji i powiązań nowego typu (*network capability*).

Przystąpienie firmy do systemu sieciowego można uznać za innowację przełomową.

**Przykładem innowacyjnego rozwiązania organizacji typu sieciowego** jest działająca w Wlk. Brytanii sieć KTN – Knowledge Transfer Networks – A Network of Network. (<http://ktn.globalwatchonline.com>), będąca nieformalnym stowarzyszeniem firm, które są zainteresowane najnowszymi, pojawiającymi się technologiami. Jest to dowód, jak łatwo w Wielkiej Brytanii są przyswajane i wdrażane technologie najnowsze – i strategicznie ważne. Sieci KTN są wspierane przez rząd, przemysł i naukę. Łączą one rozmaite organizacje, jako że promocja aktywności i inicjatywy prowadzi do wymiany wiedzy i stymuluje innowacje w tych społecznościach. Sieci KTN zrzeszają 25 organizacji typu sieciowego, z około 45 tys. organizacji. Najnowsza sieć KTN – dotyczy Komunikacji Cyfrowej, Kreatywnych Przemysłów, planowana jest sieć typu KTN o tematyce Finansowych Usług.

KTN – czyli sieć – sieci – jest ogólnodostępna, jej uczestnikiem może być każda firma. Aktywnym uczestnikiem wybranej sieci można stać się bezpłatnie, poprzez zalogowanie. Udział w sieci KTN daje również możliwość docierania do innych sieci o zasięgu międzynarodowym. Przykładem sieci tematycznej jest Sieć transferu Wiedzy o materiałach (*Materials Knowledge Transfer Network*). Przystąpienie do sieci *Materials KTN* daje możliwość zapoznania się z innowacjami w dziedzinie materiałów w różnych branżach, wzornictwem, technologiami etc.

**Przykładem sieci działającej w sektorze rolno-spożywczym jest międzynarodowa organizacja sieciowa FOOD-MAC2.**

*Food-MAC2* jako akcja tematyczna wspierana przez Europejski Program Leonardo da Vinci, oferuje prawdziwie europejską sieć zasobów, ekspertyz i rozwiązań problemów itp., skierowanych do małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP), w sektorze rolno-spożywczym, dzięki zaangażowaniu całego strumienia „aktorów” (w górę i w dół). **MAC (Multi Actors Cooperation – Międzynarodowa Sieć Współpracy)** obejmuje: MŚP, większe przedsiębiorstwa, osoby indywidualne, uczelnie wyższe, centra szkoleniowe, centra badawcze, jednostki profesjonalne, przedstawicielstwa rozwoju publicznego i społecznego, związki handlu, centra przekazu informacji itp. Sieć współpracy *food-MAC (food-MAC Network)* jest rozszerzeniem projektu *food-MAC3*. Dzięki usługom i gotowości klientów, sieć *food-MAC* jest otwarta na przyjmowanie nowych członków (partnerów przekazu). Trwały Rozwój, Profesjonalizm, Jakość Usług, to kluczowe słowa wspomagające motto „Wspólne zaufanie – Innowacje, Efektywność”.

**Przykładem polskiej firmy innowacyjnej – działającej w systemie sieciowym** o charakterze formalnym jest MLEKOVITA – największa firma w branży mleczarskiej w Polsce, przedsiębiorstwo z kapitałem polskim. Firma MLEKOWITA – a właściwie Grupa MLEKOWITA – zrzesza 16 firm produkcyjnych z branży mleczarskiej na terenie kraju, oraz pozostałych uczestników tzw. łańcucha żywnościowego. Występują tu wszystkie

elementy powiązań i korzyści z uczestnictwa w sieci, które są wykorzystywane do realizacji następujących celów:

1. spełnianie potrzeb, wymagań i oczekiwań klientów, przepisów prawa oraz innych uregulowań, do których MLEKOVITA się zobowiązała,
2. poszanowanie zdrowia Klienta poprzez zarządzanie bezpieczeństwem w całym łańcuchu żywnościowym,
3. konkurencyjność w produkcji i rozwoju sprzedaży na rynku krajowym oraz międzynarodowym,
4. utrzymanie pozycji lidera na krajowym rynku produktów mlecznych,
5. zapobieganie powstawaniu zanieczyszczeń poprzez skuteczny nadzór operacyjny nad znaczącymi aspektami dotyczącymi środowiska<sup>6</sup>.

Efektom uczestniczenia w sieci jest wielokierunkowa działalność innowacyjna firmy MLEKOWITA, w tym innowacyjne produkty *probiotyczne*<sup>7</sup>.

W polskim przemyśle spożywczym można wskazać wiele przykładów firm innowacyjnych oraz wdrażania strategii innowacji.

Sukces kreowania i wdrażania innowacji w każdej organizacji zależy od trafnego określenia potrzeb innowacyjnych w zakresie produktów, procesów i systemów zarządzania, od racjonalnego wykorzystania wiedzy w całym procesie innowacyjnym, od umiejętności dostrzegania kluczowych problemów, które niesie przyszłość dla istnienia i rozwoju organizacji. Sukces ten uzależniony jest także od umiejętności kadry kierowniczej tworzenia klimatu innowacyjnego w organizacji, sprzyjającego realizacji strategii innowacji. Sądzić można, iż w strategiach innowacji coraz więcej uwagi należy poświęcać innowacjom w zakresie szeroko pojętego zarządzania.

## PODSUMOWANIE

Sporządzanie strategii innowacji jest niezbędnym elementem zarządzania strategicznego. W artykule wskazano na podstawowe uwarunkowania strategii innowacji oraz na sposób ich analizy. Omówiono *foresicht*, jako współczesną metodę wykorzystywaną dla diagnozowania, a szczególnie prognozowania otoczenia. Przedstawiono przykłady organizacji typu sieciowego – jako ważnych innowacji przełomowych.

## LITERATURA

- [1] Białoń L., Janczewska D.: Procesy innowacyjne w kształtowaniu społeczeństwa opartego na wiedzy, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* nr 2/2008.
- [2] Białoń L., Janczewska D.: Marketingowe wsparcie procesów innowacyjnych, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* nr 1/2005.
- [3] Białoń L. (red) Aktywność innowacyjna organizacji: studia przypadków z prac dyplomowych absolwentów WSM, Oficyna Wydawnicza WSM, Warszawa 2008.
- [4] Bogdaniecko J., Haffer M., Popławski W.: Innowacyjność przedsiębiorstw, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 2004.

<sup>6</sup> Na podstawie materiałów Mlekowita – [www.mlekowita.com](http://www.mlekowita.com)

<sup>7</sup> Między innymi probiotyczne „Jogurty POLSKIE „nowej generacji z dodatkiem Omega 3.

- [5] Collins S.: Od dobrego do wielkiego, czynniki trwałego rozwoju i zwycięstwa firm, SPM Projekt, Wrocław 2003.
- [6] Daszkiewicz N.: Internacjonalizacja małych i średnich przedsiębiorstw we współczesnej gospodarce, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2003.
- [7] Hamel G., Prahalad C.K.: Przewaga konkurencyjna jutra, Business Press, Warszawa 1999.
- [8] Janasz K., Janasz W., Koziół K., Szopik K.: Zarządzanie strategiczne – koncepcje – metody – strategie, DIFIN, Warszawa 2008.
- [9] Janczewska D.: Wzrost innowacyjności przedsiębiorstwa jako przejaw przedsiębiorczości w gospodarce opartej na wiedzy – na przykładzie branży cukierniczej w Polsce – wydanie zbiorowe Rola przedsiębiorczości w gospodarce opartej na wiedzy – pod red. Z. Ziolo, T. Rachwał, Przedsiębiorczość – Edukacja, Nowa Era – Warszawa-Kraków 2008.
- [10] Innowacyjność małych i średnich przedsiębiorstw w procesie integracji europejskiej – pod red. Z. Wysokińskiej, J. Witkowskiej, Uniwersytet Łódzki, Łódź 2004.
- [11] Olesiński Z.: Zarządzanie w regionie Polska-Europa-Świat, DIFIN, Warszawa 2005.

## THE CONDITIONS OF INNOVATIVE STRATEGIES IN ORGANIZATIONS

### SUMMARY

*In article there are signed that prepare of innovative strategy is necessary element of strategic management. Described of found conditions of innovative strategies and method of their analysis. Presented **foresight** as a modern method used for diagnosis, end especially for prognosis of environment. Presented the examples of net-type organizations in Polish food industry – as an important crucial-innovation.*

Dr Zdzisław PIĄTKOWSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
Dr inż. Wojciech ŻEBROWSKI  
Politechnika Warszawska  
Mgr Łukasz GORYSZEWSKI  
Uniwersytet Warszawski

## LOGISTYKA W SFERZE PRODUKCJI®

Celem artykułu jest przedstawienie zagadnień dotyczących istoty i znaczenia procesów i systemów logistycznych w sferze produkcji oraz metod umożliwiających koordynację przepływu produktów przedsiębiorstwa, powiązań pomiędzy wewnętrznymi dostawcami i odbiorcami z uwzględnieniem aspektu ekonomicznego i organizacyjnego.

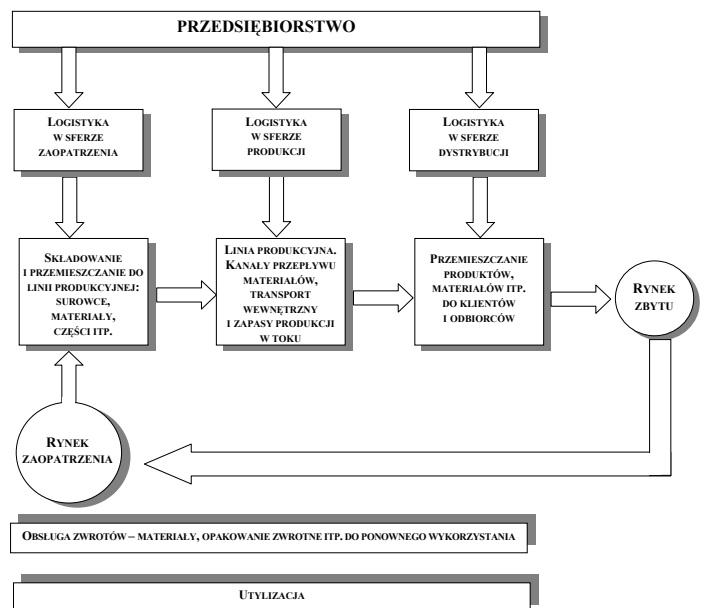
### WSTĘP

Logistyka w sferze produkcji dotyczy zarządzania przepływem strumieni materiałowych i informacyjnych w procesie produkcji. Obejmuje kanały przepływu w fazie produkcji, transportu wewnętrznego i zapasów w toku.

### ZARZĄDZANIE PROCESEM WYTWÓRCZYM

Przedsiębiorstwo produkcyjne jest najbardziej rozwiniętą formą podmiotu gospodarczego i stanowi centralne ogniwo w systemie logistycznym. Nigdy nie jest ani pierwszym, ani ostatnim ogniwem w łańcuchu. Producent dóbr występuje w łańcuchu logistycznym bliżej końca, czyli odbiorcy a producent dóbr inwestycyjnych bliżej początku łańcucha. Lokalizując fazę produkcji w łańcuchu logistycznym, można mówić o strumieniu dopływu i strumieniu odpływu. Strumień dopływu to: surowce, materiały, podzespoły, informacja itp., a odpływu – wytworzone produkty i informacja. Logistyka w przedsiębiorstwie przeszła przez wiele faz rozwoju. Najpierw pojawiła się koncepcja **zarządzania materiałami** (*Materials Management*), która usprawniała przepływy materiałów w procesie produkcji. Obecnie obserwuje się koncepcje **zarządzania kanałowego** (*Channel Management*). Są one związane z pojęciem **logistyki jako metody**. Zarządzanie kanałowe obejmuje cały proces przepływu materiałów w **łańcuchu dostaw**.

Stopień złożoności procesów logistycznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym zależy od branży lub sektora przemysłowego, a także, a może przede wszystkim, od zastosowanej technologii wytwarzania. Na przykład w przemyśle petrochemicznym z niewielkiej liczby surowców wytwarza się wiele produktów końcowych. Natomiast w przemyśle samochodowym z dużej ilości surowców, detali i podzespołów (w samochodzie jest około 10.000 szt. części) wytwarza się niewielką gamę wyrobów.



Rys. 1. Przepływy w sferach działalności przedsiębiorstwa [6, s. 123].

### PLANOWANIE I STEROWANIE PRODUKCJĄ

Do najbardziej znanych i najczęściej wykorzystywanych systemów planowania i sterowania produkcją można zaliczyć:

#### Systemy sterowania produkcją klasy MRP/MRP II

Procedura aktualizacji planu potrzeb w systemach MRP obejmuje cztery cyklicznie realizowane, współzależne fazy obliczeń:

1. Ustalanie potrzeb netto dla poszczególnych pozycji asortymentowych (wyrobów i części) oraz okresów (tzw. netowanie).

Potrzeby materiałowe netto są równe różnicy między potrzebami dla pozycji macierzystych (tzw. potrzeby brutto) oraz planowanymi przyjęciami, wynikającymi ze złożonych zamówień u dostawców i uruchomionych zleceń produkcyjnych a zapasami w magazynach. Potrzeby netto są ustalone dla każdej pozycji materiałowej w podziale czasowym.

2. Ustalanie wielkości partii zlecenia/dostaw.

Ustalenie dokonuje się poprzez podział potrzeb jednego okresu na zlecenia (partie) bądź łączenie potrzeb różnych

okresów w ramach jednej partii produkcyjnej lub zakupów. Umożliwia to minimalizację kosztów (przebrojeń, dostaw itd.) oraz wyrównanie obciążeń zasobów produkcyjnych.

### 3. Wyprzedzanie potrzeb.

Na podstawie założonych normatywów i sposobu obliczeń ustala się wyprzedzenia potrzeb brutto w stosunku do potrzeb netto na materiał nadrzędny. Cykl wyprzedzenia wynika z pracochłonności realizacją zlecenia lub dostawy i obejmuje także czasy przestoju lub oczekiwań.

### 4. Rozwijanie potrzeb materiałowych.

Polega ono na ustalaniu potrzeb brutto dla wyrobów niższego stopnia, zgodnie ze strukturą konstrukcyjno-technologiczną i jednostkowymi normami zużycia materiałów lub innymi wymaganiami realizacji procesu produkcyjnego pozycji macierzystych (nadrzędnych), które są zawarte w kartotece danych konstrukcyjno-technologicznych.

Plan potrzeb materiałowych może być aktualizowany drogą odnawiania (całkowite wyznaczanie planu od nowa) bądź drogą zmian netto (modyfikacja wycinka planu). Odnawianie planu dokonywane jest okresowo. Dotyczy wszystkich pozycji asortymentowych. Podejście takie jest odpowiednie w przypadku ustabilizowanego popytu, ograniczonych powiązań kooperacyjnych oraz nielicznych zmian konstrukcyjnych. Zmiany netto są obliczane z większą częstotliwością. Ich powodem mogą być zmiany popytu, odchylenia realizacji planu potrzeb materiałowych itp. Wymagają jedynie częściowych rozwinięć potrzeb brutto, w zakresie pozycji wykazujących odchylenia lub zmiany. Takie podejście zapewnia w miarę bieżącą aktualizację planu oraz zmniejsza pracochłonność planowania.

Systemy **MRP II** (*Material Resources Planning* – planowanie zasobów materialnych), to rozwinięcie i kolejna generacja systemów **MRP**. O ile w systemach **MRP** tworzy się plany i harmonogramy produkcji bez uwzględniania dostępności zasobów materialnych (maszyny i urządzenia, narzędzia, pomoce warsztatowe, zasoby finansowe itd.), to w systemach klasy **MRP II** we wszystkich fazach planowania stosuje się mniej lub bardziej złożone procedury bilansowe i symulacyjne, które zapewniają że uzyskany plan będzie możliwy do wykonania przy wykorzystaniu dostępnych zasobów materialnych. Obecnie większość oferowanych na rynku systemów klasy **MRP II** jest zbudowana zgodnie z modelem standaryzacyjnym przygotowanym przez **APICS** (*American Production and Inventory Control Society*).

Podstawowe zalety systemów **MRP II**, w porównaniu z tradycyjnymi systemami sterowania produkcją i zapasami to:

- lepsza komunikacja w przedsiębiorstwie, za pośrednictwem wspólnej bazy danych, zapewniającej łatwy dostęp do aktualnych informacji wszystkim użytkownikom,
- lepsza kontrola przebiegu produkcji, wcześniejsza informacja o zagrożeniu terminów spływu produkcji, możliwość racjonalnego reagowania na zakłócenia,
- zmniejszenie zapasów, a w następstwie kosztów zamrożenia środków finansowych,
- szybka reakcja na zmiany potrzeb rynkowych oraz zakłócenia produkcji i zaopatrzenia,
- łatwiejsze ustalanie priorytetów w planowaniu operatywnym przebiegu produkcji,
- lepsze wykorzystanie zdolności produkcyjnych.

Wymienione powyżej zalety sprawiają, że systemy **MRP II** są powszechnie stosowane w krajach wysokoprzemysłowych. Niemal wszystkie dostępne aktualnie na rynku systemy informatyczne zarządzania produkcją to systemy typu **MRP II**. Część spośród nich obejmuje także inne dziedziny funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego, jak: zaopatrzenie, sprzedaż, rachunkowość kosztowa, rachunkowość finansowa, gospodarka dokumentacją produkcyjną, kontrola jakości, gospodarka remontowa itd. Oferowane w systemach **MRP II** metody planowania i sterowania produkcją na ogół nie ograniczają się tylko do metody **MRP**, ale obejmują inne typowe podejścia (np. sterowanie zapasami według poziomu zapasu), konieczne i przydatne w warunkach typowego przedsiębiorstwa produkcyjnego.

## Systemy sterowania produkcją Just-In-Time

**Just-In-Time (JIT)** jest to system sterowania zapasami, wymagający takiego zorganizowania dostawców, które zapewni częste dostawy materiałów wejściowych w małych ilościach. Jest on systemem planowania i sterowania wykorzystującym karty jako podstawę do uruchomienia produkcji niewielkich serii składników (części) wyrobu w różnych fazach procesu produkcji. Filozofia **JIT** polega na całkowitym zaspokojeniu wymagań klienta w momencie, gdy one powstaną, tzn. bez odpadów, bez niepotrzebnego zużycia materiałów, zasobów fizycznych czy ludzkich.

Spśród technik wspomagających **JIT** na pierwsze miejsce wysuwa się kompleksowe sterowanie jakością. Organizacje muszą mieć zaufanie do materiałów, które otrzymują od swych dostawców i nie powinny odczuwać potrzeby stałego kontrolowania jakości. Należy stosować statystyczną kontrolę procesu produkcji w celu wyznaczenia zdolności procesu oraz wykrywania zmian w jego przebiegu. Dobre gospodarowanie na stanowisku roboczym zapewni robotnikom dysponowanie właściwym sprzętem i materiałami oraz pozwoli na łatwe rozpoznawanie problemów i podejmowanie właściwych kroków w celu ich rozwiązania.

Kolejną techniką jest wymuszanie rozwiązywania problemów. Zanim rozwiąże się problem, należy go zidentyfikować. W wielu organizacjach problemy kryją się w wysokich kosztach produkcji. Zmniejszenie zapasów surowców może ujawnić problemy z jakością u dostawcy czy też nieterminowością dostaw. Raz zidentyfikowane problemy stają się przedmiotem dociekań i zmagañ. Techniki i filozofia leżące u podstaw kół jakości mogą być w takich przypadkach bardzo pomocne.

Wiele procesów wytwórczych odbywa się seryjnie. Wielkie serie powodują wiele problemów dotyczących transportu, magazynowania i zapotrzebowania na powierzchnię. Alternatywą jest krytyczne przebadanie samego czasu przygotowawczo-zakończeniowego i sprawdzenie, czy nie da się go skrócić.

Dalszym problemem związanym z wytwarzaniem w seriach jest złożoność, którą niesie specjalizacja technologiczna. Jeśli struktura ta ma być efektywna, wymaga utrzymywania wysokiego poziomu zapasów produkcji w toku oraz podejmowania znacznych wysiłków podczas planowania terminów wykonywania operacji. obrońcy **JIT** proponują zastosowanie rozwiązania charakterystycznego dla technologii grupowej. Identyfikuje się zestawy części o wspólnych wymaganiach dotyczących procesu, a następnie zestawia się grupy urządzeń do przetwarzania tych zestawów [7].

Każdy członek organizacji musi być świadomy podstawowej filozofii **JIT** i swej roli podczas wprowadzania jej w życie. Dotyczy to także obszarów i działalności, nie tylko produkcyjnej najwyższego kierownictwa. Eliminacja braków i odpadów powinna stać się przedmiotem pracy przeszkolonych w stosowaniu odpowiednich technik zespołów interdyscyplinarnych.

Całkowite zaangażowanie może rozciągnąć się na dostawców, rozwijających długoterminowe związki z odbiorcą, przełamujących tradycyjne bariery. Współdziałanie podczas projektowania i tworzenia systemów zarządzania przez jakość może odnieść skutek w postaci pełnego zaufania do zastosowanych surowców i pewności, że całkowicie odpowiadają przeznaczeniu. Współpraca przy planowaniu kalendarzowym produkcji i logistyce może ułatwić rozszerzenie koncepcji kanbanów poza organizację [5].

Główną zaletą **JIT**, jako metody kontroli zapasów, jest zmniejszenie zapasów materiałów i produkcji w toku. Daje to inne liczne oszczędności, takie jak redukcja niezbędnej przestrzeni, niższe koszty magazynowania, niższe inwestycje w zapasy itd. Pozostałe korzyści **JIT** pochodzą z niezbędnej reorganizacji. Są to:

- skrócenie czasu potrzebnego do wykonania produktu,
- wyższa produktywność,
- wyższe wykorzystanie wyposażenia,
- uproszczone planowanie,
- mniejsza biurokracja,
- poprawa jakości materiałów i produktów,
- mniejsze straty,
- lepsze morale pracowników,
- lepsze stosunki z dostawcami,
- wpływ na rozwiązywanie problemów w trakcie procesu.

Niektóre z tych korzyści wymagają wyższych nakładów. Do wytwarzania lepszych jakościowo produktów konieczne jest lepsze wyposażenie. Skrócone czasy konfiguracji sprzętu wymagają bardziej zaawansowanego technicznie sprzętu. Wyposażenie musi szybko reagować na zmiany potrzeb, a więc konieczna jest większa wydajność. **JIT** może funkcjonować tylko wtedy, gdy zakupi się wyposażenie lepsze i o większej wydajności. Dla wielu mniejszych firm koszty te okazały się za wysokie, zwłaszcza gdy wliczy się koszty szkoleń. Chociaż długoterminowe zyski mogą być wysokie, to krótkoterminowe nakłady zbyt duże, by je rozważyć.

Występują także pewne ujemne strony **JIT**. Może okazać się drogi, a jego wprowadzenie trwać długo. Kolejną słabą stroną jest brak elastyczności. Trudno jest zmienić wygląd produktu, strategię czy poziom zamówień – **JIT** nie sprawdza się przy nieregularnych zamówieniach, produkcji na małą skalę i przy wykorzystaniu specjalnie zamówionych materiałów. Istnieją cztery sposoby obejścia tych problemów:

1. Utworzenie zapasu produktów gotowych, gdy poziom zamówień jest niski, a użycie, gdy zapotrzebowanie wzrośnie. Taka możliwość jest oczywiście sprzeczna z założeniami **Just-In-Time**.
2. Zmiana produkcji dla sprostania zapotrzebowaniu. Pownowicie kłóci się to z założeniami **Just-In-Time**.
3. Zmiana polityki cenowej. W szczególności obniżki cen mogą się pojawić w okresie niższego popytu.

4. Regulacja obiecanych klientom czasów dostaw. Klienci mogą być proszeni o dłuższe oczekiwanie, gdy popyt jest wysoki, a zaległości można nadrobić, gdy popyt spadnie.

Żadna z tych opcji nie jest satysfakcjonująca całkowicie, więc **JIT** musi być wystarczająco elastyczny, by sprostać pewnym wahaniom zamówień.

Pewne korzyści **JIT** mogą być również traktowane jako wady. Częste zmiany i małe partie są podstawą systemu do momentu, w którym organizacja nie zacznie się troszczyć o zbyt wysokie koszty powtórnych zamówień. **JIT** wymaga podejmowania decyzji bezpośrednio przy produkcji. Przekazuje to odpowiedzialność w ręce niższych szczebli; i może być korzystne lub nie, zależnie od punktu widzenia.

Specyficzne problemy sformułowane przez użytkowników **JIT** to:

- inwestycje początkowe i koszty wprowadzenia,
- czas potrzebny do uzyskania korzyści,
- poleganie na perfekcyjnej jakości materiałów od dostawców,
- problemy z utrzymaniem jakości produkcji, brak gotowości dostawców do adaptacji do metod **Just-In-Time**,
- potrzeba stabilnej produkcji,
- zmiany planów klientów,
- zmienne zapotrzebowania,
- zapotrzebowanie na wiele wariantów produktów,
- ograniczona elastyczność zmian produktów,
- trudność skrócenia czasów konfiguracji urządzeń,
- brak porozumienia wewnątrz organizacji,
- brak współpracy i zaufania wśród pracowników,
- problemy związane z istnieniem systemu informacji,
- potrzeba zmiany rozplanowania maszyn w fabryce,
- zwiększenie stresu wśród załogi.

Być może wadą **JIT** jest zwodnicza prostota, co wywoływało próby stosowania systemu bez zrozumienia jego zasad. Należy pamiętać, że **JIT** jest podejściem wymagającym całkowitej zmiany nastawienia do operacji wewnątrz organizacji. Na skuteczne wprowadzenie tego systemu konieczne jest poświęcenie kilku lat ostrożnego planowania i kontrolowanego wdrażania [7].

### System OPT jako zastosowanie Teorii Ograniczeń do harmonogramowania produkcji

**OPT** to skrót od *Optimised Production Technology*, co oznacza System Zoptymalizowanego Przepływu Produkcji. **OPT** była praktycznym fundamentem teorii ograniczeń. Technika ta została rozwinięta i wdrożona w II połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku przez Eli Goldratta, który dopiero w latach osiemdziesiątych zbudował na jej podstawie Teorię Ograniczeń (**TOC**). **OPT** był w pierwotnej postaci systemem planowania i kontroli produkcji zakładowej. Ponieważ w czasie gdy wdrażano **OPT** istniały już poprzednie systemy wspomagające zarządzanie produkcją takie jak **MRP** i jego udoskonalona wersja **MRP Closed Loop** oraz **MRP II**, system **OPT** uznaje się często w praktyce jako komplementarny do systemów klasy **MRP/MRPII**.

W terminologii produkcyjnej odpowiednikiem „ograniczenia” jest często pojęcie „wąskiego gardła”, które bywa też określane mianem „zasobu ograniczającego zdolności produkcyjne” (**CCR**; ang. *Capacity Constraining Resource*), inaczej: „zasobu krytycznego”.

U podstaw **OPT** leży 9 następujących reguł:

1. Istotne jest balansowanie przepływu produkcji a nie zdolności produkcyjnych.

2. Wąskie gardło lub zasoby krytyczne (**CCR**) determinują produkcję całego systemu, w tym – co najważniejsze – zasobów, których nie uznano za krytyczne.

Wykorzystywanie zasobów, których nie uznano za krytyczne nie może być celem, ponieważ nie wpływa to na przepustowość, a zapasy i koszty operacyjne niekorzystnie zwiększają się.

3. Uaktywnienie nie zawsze odpowiada wykorzystaniu. Innymi słowy, uaktywnienie zasobu, gdy odpływ z tego zasobu nie może przejść przez zasób krytyczny, jest stratą w formie tworzącego się nadmiernego zapasu.

4. Poziom wykorzystania zasobów, których nie uznano za krytyczne powinien odpowiadać zapotrzebowaniu na zasoby krytyczne, tak więc: godzina stracona w wąskim gardle jest godziną straconą dla całego systemu.

5. Godzina oszczędzona poza wąskim gardłem nie ma rzeczywistego znaczenia.

6. Wąskie gardła wpływają zarówno na cykle produkcyjne (ich przepustowość), jak i zapasy. Nie ma sensu wytwarzać komponentów w szybszym tempie, niż wąskie gardło systemu jest w stanie je przetworzyć. Wąskie gardło „rządzi” pozostałymi zasobami i w efekcie dyktuje stan na wyjściu systemu.

7. Wielkość partii transportowej nie musi koniecznie równać się wielkości partii produkcyjnej.

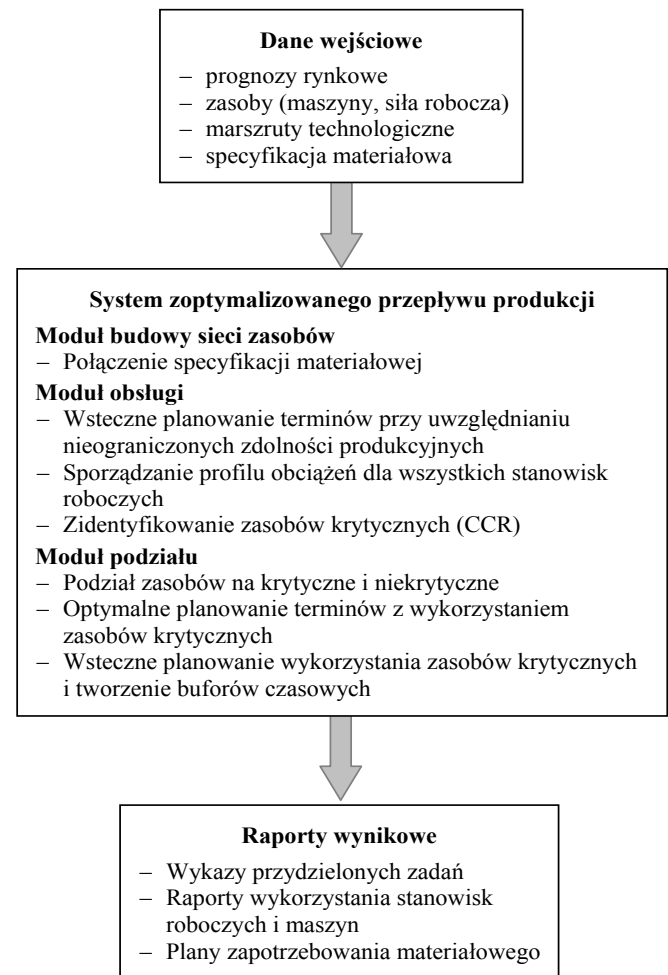
8. Nie wolno ustalać jednakowej partii produkcyjnej dla wszystkich faz procesu. Partie produkcyjne powinny być różne dla różnych procesów.

9. Planowanie terminów (harmonogramowanie) wykorzystania zasobów musi uwzględniać równoległe wszystkie ograniczenia. Cykle produkcyjne są konsekwencją harmonogramów i nie określa się ich z góry. Pozwala to uniknąć osiągnięcia optymalizacji tylko w określonych obszarach, na rzecz optymalizacji całego systemu.

Oprócz powyższych 9 reguł **OPT** ma za zadanie realizować filozofię teorii ograniczeń. Dlatego zastosowanie mają również pozostałe idee przedstawione w części pierwszej niniejszego artykułu tzn.: reguła pięciu kroków koncentracji na doskonaleniu, zastosowanie właściwych mierników, oraz przyjęcie celu nadrzędnego (osiągania większego zysku obecnie i w przyszłości).

Wbrew konwencjonalnej praktyce zalecania przyjmowania liczniejszych partii tak, aby koszty pośrednie (w systemie produkcyjnym są to np. koszty przebrożeń) mogły się rozłożyć na większą liczbę wyborów, reguły **OPT** mówią, że w zasobach, których nie uznano za krytyczne produkcja odbywać się może w mniej licznych partiach, jeżeli konsekwencją tego będzie bardziej efektywne zasilenie i zwiększanie przepustowości zasobów krytycznych, występujących w następnych fazach procesu. Podejście takie oddziaływać może na system rozliczeń kosztów, gdyż szef produkcji może być „karany” za

pozorną nieefektywność mniejszych partii, chociaż osiągnięcie wymaganego celu zwiększenia przepustowości.



**Rys. 2.** Syntetyczny schemat systemu OPT.

W praktyce wdrożenie systemu zoptymalizowanego przepływu produkcji **OPT**, w przeciwieństwie do systemów klasy **Just-In-Time** lub **TQM**, odznacza wysoki stopień komputeryzacji procesu tworzenia harmonogramu (planowania terminów). Teoretycznie, główne zasady leżące u podstaw **OPT** mogą być zastosowane w dowolnym ręcznym systemie planowania i kontroli. Jednak największa liczba bieżących zastosowań systemu wykorzystuje złożone pakiety specjalistycznego oprogramowania.

Na podstawie danych wejściowych tj. prognoz sprzedaży, danych o marszrutach technologicznych i specyfikacji materiałowych tworzy się sieć zasobów, łącznie z informacją dotyczącą stanowisk roboczych (wymagane zasoby – robotnicy i maszyny). Zgodnie z omówionym wcześniej wymogiem realistycznej informacji, system wykonuje serie złożonych testów w celu precyzyjnego określenia dokładności danych wejściowych. Prognozy marketingowe traktowane są jako zamówienia. Następnie klasyfikuje się zasoby na krytyczne (*wąskie gardła*) lub te, których nie uznano za krytyczne w zależności od stopnia ich wykorzystania. Następnie pakiet stosuje tak zwany algorytm właściciela do sporządzenia: optymalnego harmonogramu przebiegu zamówień przez wąskie gardło – krytyczne zasoby systemu. W końcu sporządza się harmonogram przebiegu zamówień przez zasoby, których nie

uznano za krytyczne tak, aby nie naruszyć optymalnego harmonogramu wykorzystania zasobów krytycznych. Uwzględnia się przy tym bufor rezerwowych zdolności produkcyjnych dla kompensacji ewentualnych zakłóceń. Jądrem tego podejścia jest algorytm optymalnego planowania terminów, wykorzystania zasobów krytycznych. Ma on parametry „menedżerskie”, które pozwalają mu precyzyjnie dostroić się do szczegółowych celów przedsiębiorstwa. Prawidłowo zastosowany algorytm powinien zaowocować polepszeniem cyklu produkcyjnego, przepływów pieniężnych, obniżki poziomu zapasów, a w konsekwencji zwiększenia przepustowości.

## LOGISTYKA PRODUKCJI W PRAKTYCE

Praktycy twierdzą, że „logistyka produkcji dotyczy uporządkowanego przepływu towaru i informacji w sferze wytwarzania”.

Na przykładzie firmy Arca Systems, która specjalizuje się w konstruowaniu i produkcji urządzeń pakujących i paletyzujących na potrzeby automatyzacji transportu procesów produkcyjnych (rynek przemysłowy) omówione zostaną w sposób skrócony procesy logistyczne w produkcji i w łańcuchu logistycznym.

Firma dostarcza urządzenia do transportu wewnętrznego procesów produkcyjnych, na rynek przemysłowy krajowy, a także wybranych krajów UE.

Największymi klientami w kraju są producenci samochodów i współpracujący z nimi wytwórcy podzespołów.

Najprostszy schemat obrazujący strukturę przedsiębiorstwa produkcyjnego, można podzielić na układy wewnętrzne i zewnętrzne.

Do układów wewnętrznych zaliczyć trzeba wszystkie te, które niezbędne są z punktu widzenia przebiegu samego procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie począwszy od maszyn produkcyjnych, transportu wewnętrznego, opakowań, automatycznej identyfikacji, a skończywszy na systemie informatycznym.

Układy zewnętrzne są niezależne strukturalnie (transport, magazynowanie), ale pracują na rzecz produkcji.

Widok linii technologicznej transportu wewnętrznego pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Widok linii technologicznej transportu wewnętrznego.

W Polsce rozwój automatycznych systemów transportu przeznaczonych do produkcji rozwija się wolno. Poziom automatyzacji procesów produkcyjnych, trzeba uznać za nie-

zadawalający. Zasadniczym powodem są duże koszty. Firmy polskie najczęściej nie mogą pozwolić sobie na skomplikowaną i w pełni zautomatyzowaną linię produkcyjną.

W krajach wysokorozwiniętych Unii Europejskiej ta forma automatyzacji transportu do produkcji dominuje głównie ze względów technologicznych.

Podstawowym elementem wyposażenia automatycznego systemu transportu (obok całych ciągów i przenośników) są pojemniki magazynowe. Takie kompletne ciągi zestawione w nowoczesnego linie technologiczne dostarczane są innym podmiotom produkcyjnym w celu zautomatyzowania procesów wytwórczych.

Firma Arca Systems wykonała specjalne pojemniki dla koncernu Saab.

W szwedzkiej miejscowości Nyköping powstał magazyn części do Saaba. Przygotowane zostały pojemniki wielokrotnego użytku zgodnie z wymaganiami koncernu.

Wymogi producenta dotyczyły obciążenia pojemnika do 50 kg i zachowania przez niego właściwości użytkowych w temperaturze 40°C.

W branży motoryzacyjnej za normę należy uznać wymiary pojemnika, którego wzorem jest Euro (1200x800) lub ISO (1200 x1000). Takie pojemniki dostarczane są do fabryki silników Isuzu w Wałbrzychu.

Standaryzacja pojemników, jaka dokonała się w branży producentów samochodów, ułatwia rozliczenia między kontrahentami. Przyjęta standaryzacja pojemników, umożliwiła optymalizację kontenerów w systemie.

Obok logistycznego występuje też aspekt ekonomiczny. Jest to możliwość dostarczania towaru w ilości potrzebnej w danej chwili na produkcji.

Żaden proces produkcyjny nie może obyć się bez informacji o jego przebiegu. Chociaż kody kreskowe są jedynie narzędziem pomocniczym dla systemu informatycznego, to jednak pozwalają na uzyskanie szybkiej i precyzyjnej informacji (danych) dla procesu zarządzania.

Za ich pomocą możliwe jest rejestrowanie wszystkich operacji produkcyjnych.

A więc np. początek operacji (stanowisko początkowe) lub pracownika mającego dostęp do numeru zlecenia, serii, a także materiału, który został wykorzystany itp.

System identyfikacji z wykorzystaniem kodów kreskowych działa w oparciu o ręczne terminale lub stacjonarne czytniki, montowane na automatycznych liniach produkcyjnych.

W pierwszym przypadku niezbędny jest pracownik, którego zadanie polega na odczytaniu kodu kreskowego, który zawiera kod zlecenia i numer operacji lub inne dane.

Wprowadzenie kodu w miejscu obróbki czy montażu oznacza początek operacji, a do systemu komputerowego dodawana jest stopka z tą informacją.

W przypadku linii automatycznej, czytniki same odczytują informację zakodowaną na produkcie.

Technikę tę wykorzystuje się wówczas, kiedy trzeba rejestrować produkt przechodzący przez konkretne stanowiska w procesie wytwarzania. W taki sposób mogą być rejestrowane numery seryjne produktów ze wszystkimi mierzonymi właściwościami użytkowymi w trakcie procesu wytwarzania, np. z parametrami wytrzymałościowymi czy jakościowymi.



Zarejestrowane informacje stanowią ważne źródło wiedzy o przebiegu samego procesu, które można analizować z punktu widzenia konkretnego zlecenia.

Dowiadujemy się także, w jakim procencie wykorzystane są maszyny lub uzyskujemy informacje o miejscu przestojów lub strat w produkcji.

Każda produkcja uzależniona jest od dostaw materiałów, komponentów, półproduktów itp. W przemyśle samochodowym, jest ich bardzo wiele i pochodzą od różnych dostawców, często z odległych miejsc. W dystrybucji towarów liczy się punktualność, jakość i systematyczność dostaw. Często, zobowiązuje się dostawców logistycznych, aby na własny koszt utrzymywali magazyny przejściowe (zapasy towarów zapewniający ciągłą produkcję) w pobliżu firmy produkcyjnej.

W praktyce występuje też inne podejście do procesów magazynowania. W grupie klientów EUROAD znajdują się firmy produkcyjne, które już dawno zapomniały, co to zaplecze magazynowe i z powodzeniem zamieniły je na usługi logistyczne zapewniające im dostawy komponentów w czasie i ilościach dopasowanych do bieżącej produkcji. Współpracując z takimi klientami, EUROAD przejmuje funkcje dostawcy procesów transportowych.

Aby sprostac takiemu rozwiązaniu, analizuje się potrzeby klienta z rocznym wyprzedzeniem. Bieżąca kontrola miesięcznych i tygodniowych planów klienta, umożliwia optymalne wykorzystanie dostępnych środków transportowych nie tylko własnych, ale i podwykonawcy.

Jeszcze nie tak dawno podawany z tygodniowym wyprzedzeniem plan transportowy był standardem, dziś wielkość produkcji może zmienić się z dnia na dzień i przedsiębiorstwa produkcyjne niemal natychmiast dostosowują się do wielkości zamówień swoich klientów.

W Polsce rozwija się rynek opakowań wielokrotnego użytku. O korzyściach w ich stosowaniu przekonała się branża motoryzacyjna, a także wybrane branże w przemyśle spożywczym (np. przetwórstwo mleka). Mniejsi inwestorzy przemysłowi nadal widzą atrakcyjność kartonu jako podstawowego opakowania.

Zainteresowanie systemowymi rozwiązaniami wykazują producenci artykułów spożywczych, ponieważ doceniają względy higieniczne takiego transportu.

Producenci zaczynają wprowadzanie automatycznej identyfikacji i znakowania kodami produktów od magazynu, gdzie jest to najłatwiejsze, z powodu podobieństwa operacji. W produkcji potrzebne jest indywidualne podejście, które wymaga czasu i doświadczenia. Istniejące systemy komputerowe zarządzające produkcją nie wszędzie są do tego dostosowane.

Uzyskiwanie dużej ilości informacji, które można przetwarzać w różnych systemach logistycznego wspomagania procesów wytwórczych, jest konieczne przy podejmowaniu decyzji gospodarczych.

## PODSUMOWANIE

Istotną korzyścią stosowania zintegrowanych systemów informatycznych wspomagających zarządzanie produkcją jest lepsze wykorzystanie i skoordynowanie posiadanych zasobów. Dzięki ciągłemu rozwojowi **MRP/MRP II, JIT, DBR** w wielu przedsiębiorstwach udało się wdrożyć „systemy

planowania zasobów wytwórczych, które sprawiają, że zapotrzebowanie na fizyczne czynniki produkcji może być objęte planowaniem długo-, średnio-, i krótkookresowym [7]. Połączenie powyższych systemów pozwala na sprawne sterowanie całością systemu logistycznego, co pozwala bardziej ekonomicznie wykorzystać zasoby przedsiębiorstwa, ograniczyć koszty produkcji, magazynowania i przewozu. „Zaletą wysokiego stopnia integracji wytwarzania i dystrybucji jest lepsza kontrola przepływów materiałowych od surowców, części i półfabrykatów zaczynając, poprzez produkcję w toku, aż do wyprodukowania wyrobów finalnych. Rezultatem tego jest zmniejszenie zaangażowania kapitałowego w zapasy.” [2, str. 145].

Obecnie każda firma produkcyjna i usługowa, która chce się liczyć na rynku musi być wyposażona w nowoczesny i zaprojektowany odpowiednio do potrzeb przedsiębiorstwa system informatyczny wspomagający zarządzanie. Powinien on być łatwy do rozbudowy o nowe moduły i zapewnić odpowiedni przepływ informacji pomiędzy różnymi sferami przedsiębiorstwa (min. pomiędzy sferą dystrybucji a otoczeniem zewnętrznym i innymi obszarami przedsiębiorstwa). Najcenniejszym zasobem są ludzie i to oni faktycznie kierują przedsiębiorstwem, lecz bez starannie przeprowadzonej analizy wielu danych, którą jest w stanie wykonać tylko komputer, żaden człowiek nie będzie mógł podjąć odpowiedniej decyzji.

## LITERATURA

- [1] Ballou R.: Business Logistics Management, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1973.
- [2] Christopher M.: Strategia Zarządzania Dystrybucją, Praktyka Logistyki Biznesu, s. 145; Agencja Wydawnicza Placet, 1999.
- [3] Goldratt Eliahu M.: The Haystack Syndrome. Sifting information out of the data ocean”, North River Press, Inc., New York 1990.
- [4] Kompendium wiedzy o logistyce, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001.
- [5] Muhlemann A.P., Oakland J.S., Lockyer K.G.: Zarządzanie, Produkcja i usługi, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [6] Piątkowski Z., Sankowski M.: Logistyka, Oficyna Wydawnicza WSEiZ, Warszawa 2005.
- [7] Waters D.: Zarządzanie organizacjami: Towary i usługi – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

## LOGISTICS IN THE MANUFACTURING

### SUMMARY

*The goal of this article is to present the aspects of purpose and meaning of logistic processes and systems in production, methods of coordination the flow of company products, ties between inner supplier and receiver considering the economic and organizational aspects.*

Dr Kazimierz Piotr MAZUR  
Katedra Metod Ilościowych, WSM w Warszawie

## ALTERNATYWNE SYSTEMY GOSPODARCZE®

*Punktem wyjścia rozważań autora są poglądy starożytnych uczonych: Ksenofonta, Arystotelesa i Platona na temat organizacji gospodarstwa domowego i publicznego oraz teorii tworzenia bogactwa. Autor uważa, że poglądy tych myślicieli są bliskie poglądom twórców ekonomii społecznej. W części pierwszej autor dokonuje analizy podmiotów występujących w realnej i regulacyjnej sferze gospodarki. Sfera realna obejmuje: sferę produkcji, sferę wymiany i sferę konsumpcji. Sfera regulacyjna obejmuje państwo, podmioty pośrednictwa i podmioty demokracji przemysłowej albo gospodarczej. W części drugiej prezentowanego tekstu przeprowadzona analiza dotyczy ekonomii społecznej, która jest alternatywą dla systemu ekonomii rynkowej. Ekonomia społeczna może być traktowana jako fragment współczesnej gospodarki łączącej ekonomiczną efektywność z celami społecznymi przedsiębiorstw poprzez dostarczanie produktów na rzecz osób zagrożonych wykluczeniem społecznym w małych (lokalnych) społecznościach.*

### WPROWADZENIE

**Celem prezentowanego artykułu (w dobie światowego kryzysu gospodarczo-finansowego) jest przedstawienie genezy ekonomii społecznej oraz próba ustalenia miejsca i roli ekonomii społecznej w realnej gospodarce.**

Wiele poglądów zbieżnych ze współczesnymi można znaleźć w pracach myślicieli starożytnych takich jak: Arystoteles, Platon czy Ksenofont. Ten ostatni w swej *Oikonomikos* przedstawia podstawowe zasady rządzące funkcjonowaniem gospodarstwa domowego, popiera dążenie do bogactwa, które traktuje jako podstawę pozycji prawdziwego obywatela. Za najważniejszą sferę działalności gospodarczej uważa rolnictwo, traktując je jako podstawę bogactwa każdego kraju. Gdzie rozkwita rolnictwo – stwierdza Ksenofont, tam kwitną inne zawody, rozwija się również rzemiosło i handel. Dopuszcza on także gromadzenie bogactwa w formie pieniężnej. Dostrzega znaczenie pieniądza kruszcowego jako ucieleśnienie bogactwa. Przyznaje absolutne pierwszeństwo gospodarki naturalnej, ale nie potępia stosunków towarowo-pieniężnych. Interesujące myśli snuje na temat podziału pracy i wartości dóbr. Dostrzega korzyści z podziału pracy na kierowniczą i wykonawczą. Ksenofont rozważa podział pracy według kwalifikacji zawodowych, uzależniając go od rozległości i chłonności rynku, podkreśla wpływ tego podziału na efekty działalności gospodarczej – wzrost wydajności i podnoszenie jakości produktów. Ksenofont odkrył zależności skali podziału pracy od pojemności rynku, czyli rozwój specjalizacji w warunkach dużego popytu na różne dobra i usługi. Według niego wartość mają tylko rzeczy użyteczne, tzn. zaspokajające określoną potrzebę i jedynie specjalizacja zapewni uzyskanie produkcji lepszej jakości. Niemożliwe jest aby człowiek uprawiający różne rzemiosła był w stanie wykonać wszystkie jednakowo dobrze. Ksenofont uważał, że podział pracy rozwija się szczególnie w dużych miastach. Podkreślał również jako zasadę rozwoju kraju organizację gospodarstwa publicznego zarządzanego przez państwo, które dba o utrzymanie dróg w należytym stanie, o rozwój państwowych stoczn i przedsiębiorstw budowlanych oraz dokonuje rozdziału zboża między ubogich obywateli. Idee Ksenofonta rozwijali Platon (427-347 r. p.n.e.) i Arystoteles (384-322 r. p.n.e.). Ustosunkowują się oni negatywnie do nadmiernego gromadzenia bogactwa. Uznają jednak konieczność posiadania zasobów przez państwo w takim zakresie, w jakim jest to niezbędne do realiza-

cji potrzeb w dziedzinie politycznej i moralnej. Gospodarowanie zaś ma służyć umiejętnemu administrowaniu bogactwami i powinno uczyć właściwego zarządzania własnym majątkiem. **Platon** jest zwolennikiem interwencjonizmu państwowego we wszystkich dziedzinach życia, dotyczy to również gospodarki. Regulacja stosunków gospodarczych odbywać się ma zgodnie z ustalonym planem w oparciu o ustalone przez państwo prawa pozytywne. **Arystoteles** w swych pracach: *Ethika Nikomacheia* i *Politika* twierdzi, iż celem państwa i gospodarowania jest zapewnienie obywatelom szczęścia i warunków dla cnotliwego życia. Państwem powinni rządzić ludzie wielcy mądrością i cnotą. Rozróżnia bogactwo naturalne występujące w postaci wartości użytkowej od bogactwa pieniężnego. Pierwsze związane jest z gospodarką naturalną i powstaje w wyniku działalności gospodarstwa domowego. Celem tej działalności jest zgodne z naturą zdobywanie środków utrzymania, zaspokajanie potrzeb konsumpcyjnych, a nie osiąganie zysku. Drugi rodzaj bogactwa wiąże się z gospodarką towarową i powstaje w rezultacie działalności gospodarstw zarobkowych. Ich jedynym celem jest osiąganie zysków oraz gromadzenia bogactwa pieniężnego poprzez wymianę, handel. Wyróżniał on gospodarkę naturalną – zgodną z naturą, której celem było zaspokojenie potrzeb opartą na ekonomice (nauce o gospodarstwie domowym), i gospodarkę towarową opartą na chrematystyce (nauce o wymianie i pomnażaniu bogactwa). Dążenie do maksymalizacji zysku i nieograniczonego pomnażania bogactwa pieniężnego doprowadzi do dehumanizacji życia, wyzwolenia się największych instynktów, eliminacji jakichkolwiek norm etycznych. Każde dobro może służyć do zaspokajania własnych potrzeb, albo być przeznaczone do wymiany. Wymiana stanowi podstawę stosunków między ludźmi i dlatego musi opierać się na zasadach etycznych. Jakże bliskie są te poglądy myślicieli starożytnych poglądom twórców ekonomii społecznej.

### REALNE SYSTEMY GOSPODARCZE

**Ekonomia** analizuje, w jaki sposób ludzie wykorzystują zasoby będące w ich dyspozycji w celu zaspokojenia różnorodnych potrzeb. Zasoby, którymi ludzie dysponują są przekształcane w trakcie procesu gospodarczego w dobra i usługi zaspokajające określone potrzeby. Gospodarowanie odbywa się zawsze w określonych warunkach społecznych i ekonomicznych, gdy dostępne są tylko pewne ilości zasobów: **pracy**, bogactw naturalnych i **kapitału**.

**Rzadkość** jako problem w ekonomii występuje wówczas, gdy zapotrzebowanie ludzi na dobra i usługi przewyższa możliwości ich pozyskania. Ograniczone zasoby i technologie, którymi dysponują ludzie w danym momencie mogą być w rozmaity sposób wykorzystane. Dlatego też muszą oni dokonywać wyboru czyli decydować o tym co, jak i w jaki sposób wykorzystać.

**Gospodarka składa się z ogromnej liczby podmiotów<sup>1</sup>. Są to: gospodarstwa domowe, przedsiębiorstwa, instytucje finansowe, administracja centralna i lokalna.** Wymienione podmioty są ze sobą powiązane za pomocą mechanizmu rynkowego. Więzy te realizują się za pomocą: cen rynkowych, płac, procentów i kredytów, podatków, opłat skarbowych, kar pieniężnych, subwencji, rent, zasiłków i stypendiów. **Ceny** wywierają **wpływ** na decyzje ekonomiczne wszystkich podmiotów gospodarczych – **konsumentów i producentów. Decyzje**, o których mowa dokonują się na rynku w akcie wymiany.

Oprócz cen rynkowych na zachowania podmiotów wpływają też: ograniczenia **realne** (warunki przyrodnicze, zasoby pieniężne, zasób czynników wytwórczych, wymagania technologiczne, popyt konsumpcyjny) i **ograniczenia regulacyjne** (zwyczajowo lub prawnie ustalone normy postępowania). **Procesy realne** (materialne) są działaniami, które powodują zmiany wielkości naturalnych, zarówno w sferze produkcji, wymiany i konsumpcji. Polegają na przetwarzaniu czynników produkcji w dobra i usługi. Natomiast **procesy regulacyjne** to wszystkie działania związane z postrzeganiem, zdobywaniem informacji, przygotowaniem i podejmowaniem decyzji. W tym znaczeniu rozwój sektora przedsiębiorstw jest w sposób ewidentny uzależniony od istniejących w tej materii rozwiązań legislacyjnych<sup>2</sup>.

Sfera realna obejmuje: **sferę produkcji** (przedsiębiorstwa produkcyjne, gospodarstwa rolne, jednostki użyteczności publicznej), **sferę wymiany** (przedsiębiorstwa handlowe, transportowe i inne) i **sferę konsumpcji** (gospodarstwa domowe, podmioty konsumpcji zbiorowej).

Sfera regulacyjna obejmuje **państwo, podmioty pośrednictwa** (banki, instytucje finansowe, giełda, instytucje ubezpieczeniowe) i **podmioty demokracji** przemysłowej albo gospodarczej.

Podmioty występujące w sferze realnej i regulacyjnej można podzielić na trzy grupy:

- **mikro** (przedsiębiorstwo, gospodarstwo domowe),
- **mezo** (zrzeszenia producentów i konsumentów),
- **makro** (państwo, centrale związków i instytucji).

Ekonomię tradycyjnie od czasów Adama Smitha utożsamia się z wolnym rynkiem, który traktowany jest jako samoczynny mechanizm umożliwiający najbardziej efektywną alokację zasobów, a wszelkie odstępstwa od tej reguły tylko ją potwierdzają. Mechanizm rynkowy realizuje się w dokonywanych ciągle i nieustannie wyborach. Przykładem wyboru ekonomicznego, przed którym stają społeczeństwa jest kwestia ustalenia proporcji między wielkością produkcji dóbr prywatnych a publicznych. Wybór ten również może wpływać na przyszłe możliwości produkcyjne kraju.

Możliwości produkcyjne zostaną zwiększone, jeżeli dostarczane przez rząd dobra pozwalają na bardziej efektywne działanie sektora prywatnego przez zmniejszenie kosztów, które przedsiębiorstwa muszą ponieść. Do pewnego stopnia ochrona policyjna umożliwia producentom przeznaczenie większej części swych zasobów na produkcję, inwestycje i zmniejszenie nakładów potrzebnych na ochronę ich własności przed wandalami i złodziejami. Jeżeli dobra dostarczane przez rząd zwiększają majątek trwały w budynkach fabryk i ich wyposażeniu produkcyjnym (np. w zaporach wodnych, szpitalach) lub pobudzają możliwości wytwórcze tkwiące w ludziach (np. poprzez pożyczki), również wzrosną możliwości produkcyjne. Dostarczone przez rząd dobra mogą jednak zmniejszyć możliwości produkcyjne. Dzieje się tak, jeżeli dobra publiczne zmniejszą motywację do pracy lub ograniczą ilość zasobów dostępnych do produkcji. Jeśli np. świadczenia społeczne pozwalają ludziom na pozostawanie poza miejscem pracy dłużej niż potrzeba, zmniejsza to możliwości produkcyjne kraju. Dobra publiczne mogą wywołać negatywne skutki, jeśli zmniejszą skłonność ludzi do oszczędzania. Dyspozycyjne dochody ludności są bowiem rozdysponowywane między konsumpcję bieżącą, a konsumpcję przyszłą (finansowaną z oszczędności). Ponadto, produkowanie dóbr przez państwo może być nieefektywne. Jeżeli zasoby pozostają niewykorzystane lub są wykorzystywane połowicznie w wyniku manipulacji politycznych, będzie wytwarzanych mniej dóbr publicznych i prywatnych, niż jest to możliwe. Każde społeczeństwo stoi przed wyborem ekonomicznym, a każdemu wyborowi w warunkach ograniczoności zasobów towarzyszy koszt alternatywny podejmowanych decyzji. Jeśli wytwarza się więcej dóbr publicznych, to siłą rzeczy będzie mniej dóbr prywatnych.

Przedstawione sytuacje mogą dotyczyć np. dwóch różnych społeczeństw w danym momencie, ale może również ilustrować rozdysponowanie zasobów tego samego społeczeństwa w dwóch różnych okresach czasu. Należy zatem rozwiązać dwa fundamentalne problemy:

1. określić jakie siły i mechanizmy rządzą w gospodarce alokacji zasobów,
2. podjąć próbę wyjaśnienia, czy poznane mechanizmy alokacyjne są efektywne.

W zorganizowanych społeczeństwach zwierząt wszelkie decyzje, włącznie ze skomplikowanym podziałem pracy i kooperacją, rozstrzygane są automatycznie przez instynkt biologiczny. W społeczeństwach ludzkich mechanizmy decyzyjne mogą wyglądać bardzo różnie. Bez wątplenia wiele decyzji ludzi jest wynikiem potrzeb biologicznych i podejmowane są one instynktownie np. jako rezultat instynktu samozachowawczego czy instynktu zachowania gatunku. Jednak wiele, jeśli nie większość potrzeb ludzkich np. kulturowe nie mają z biologią nic wspólnego, a wynikające z ich zaspokajania decyzje regulowane są innymi niż biologia zasadami i mechanizmami.

W cywilizacjach pierwotnych prawie każdym aspektem zachowania jednostki i zbiorowości ludzkiej rządził obyczaj. Często o decyzjach decydowała tradycja przekazywana młodzieży przez starców, oparta na posłuszeństwie wynikającym z uznanej w społeczeństwie hierarchii. Takie zachowanie ludziom żyjącym w innych kulturach może się wydawać dziwaczne i nierozsądne; jednak członkowie określonego plemienia mogą być tak przyzwyczajeni do istniejącego spo-

1 Podmiot to określona forma organizacji, która podejmuje samodzielne decyzje, kierując się własnym interesem i związanym z tym ryzykiem.

2 Temat ten zostanie omówiony w dalszej części opracowania.

sobu postępowania, że każde pytanie o przyczyny takich czy innych zachowań może ich zaskakiwać, a nawet urazić. W niektórych społeczeństwach pierwotnych za rzecz pożądaną uważa się nie gromadzenie bogactwa, ale rozdawanie go podczas organizowanych specjalnie w tym celu uroczystości. Bez względu na to, jak dziwaczne mogą się wydawać różne obyczaje ludziom z zewnątrz, często zapewniają one podejmowanie decyzji na tyle skutecznych, że pozwalają danemu społeczeństwu przetrwać, zachować swoją tożsamość w zderzeniu z zewnętrznymi cywilizacjami rządzącymi się innymi niż tradycja zasadami. W pewnych sytuacjach obyczaje mogą się jednak okazać tak nierozsądne, że uniemożliwiają jakikolwiek rozwój gwarantujący przetrwanie. Społeczeństwa takie wymierają, twardo broniąc swoich tradycji.

Społeczeństwa cywilizowane odróżnia od społeczeństw pierwotnych mechanizm i zasady alokacji ograniczonych zasobów. Nie znaczy to, że wszystkie one w identyczny sposób rozwiązują ten problem. Można tu wyróżnić trzy rozwiązania:

1. system niewidzialnej ręki rynku,
2. scentralizowany (nakazowo-rozdzielczy) system podejmowania decyzji,
3. systemy mieszane (hybrydowe).

Aby zrozumieć rolę rynku i cen, zastanówmy się, w jaki sposób zasoby mogłyby być rozdysponowane w gospodarce, w której nie ma rynku. Jednym z przykładów jest gospodarka nakazowa, w której władza polityczna jest jednocześnie władzą gospodarczą. Władza gospodarcza może mieć charakter dyktatorski lub demokratyczny; w skrajnym przypadku będzie dyktować ludziom, co mają pić i jeść, jakie należy wytwarzać towary i usługi oraz kto ma żyć w dostatku, a kto w ubóstwie. Centralnie planowana gospodarka charakteryzuje się tym, że wszystkie decyzje dotyczące produkcji i konsumpcji podejmowane są odgórnie przez biurokrację rządową.

Gospodarka nakazowa, gdzie wszystkie bez wyjątku decyzje podejmowane są przez państwo, praktycznie nigdzie nie występuje. Jednak w wielu krajach: Wietnamie, na Kubie w dawnych krajach RWPG<sup>3</sup>/ zakres centralnego zarządzania i planowania był bardzo znaczny. Państwo, będące właścicielem fabryk i ziemi, decydowało o tym, co ludzie powinni konsumować, jak wytwarzać i ile pracować.

Na przeciwnym biegunie znajduje się gospodarka wolnorynkowa, oparta na opisanym przez A. Smitha mechanizmie niewidzialnej ręki rynku. *Rynek stanowiący ogół stosunków, warunkujących decyzje podmiotów uczestniczących w wymianie* jest procesem prowadzącym do tego, że decyzje gospodarstw domowych dotyczące konsumpcji, decyzje firm o tym co, jak i dla kogo wytwarzać oraz decyzje właścicieli czynników wytwórczych – ile stosować ich do wytwarzania różnych dóbr, decyzje pracowników – ile i dla kogo pracować, zostają wzajemnie uzgodnione dzięki odpowiednim relacjom cenowym i przekazywanym za ich pośrednictwem informacjom. Informujące producentów i konsumentów ceny dóbr i usług oraz ceny czynników wytwórczych kształtują się dzięki mechanizmowi rynkowemu w sposób zapewniający wykorzystanie ograniczonych zasobów do wytwarzania tych dóbr i usług, na które występuje społeczne zapotrzebowanie.

Rynki, w których działanie nie ingeruje państwo, noszą nazwę **wolnych rynków**. Jednostki działające na wolnym rynku

kierują się własnymi celami i starają się odnosić maksymalne korzyści, nie uciekając się do jakiegokolwiek pomocy ani udziału państwa. Idea głosząca, że system taki może rozstrzygać, **co, jak i dla kogo wytwarzać**, autorstwa szkockiego filozofa i ekonomisty, Adama Smitha<sup>4</sup>, jest jedną z najstarszych w ekonomii. Kierujące się własnym interesem jednostki są w swoim postępowaniu prowadzone przez „niewidzialną rękę” w kierunku działań, które służą celom społeczeństwa jako całości. Mechanizm rynkowy, pozbawiony jakiegokolwiek ingerencji zewnętrznej, tak steruje decyzjami jednostek, że ich ostateczny rezultat okazuje się korzystny nie tylko dla nich samych, lecz także dla społeczeństwa jako całości. A. Smith głosił, że jednostki motywowane własnym interesem, **nie poddawane centralnemu kierowaniu**, mogą współtworzyć spójne społeczeństwo gospodarujące, zdolne do podejmowania racjonalnych i efektywnych decyzji alokacyjnych. Ta ważna teza była i pozostaje nadal przedmiotem dyskusji. Krytycy wolnego rynku twierdzą bowiem, że mechanizm rynkowy zapewni co najwyżej realizację celów indywidualnych, a dla zapewnienia realizacji celów ogólnospołecznych niezbędna jest interwencja państwa.

Między tymi dwoma skrajnymi systemami, mamy do czynienia z gospodarką mieszaną. W systemie takim państwo i sektor prywatny współuczestniczą w rozwiązywaniu problemów gospodarczych. Wolny rynek zapewnia warunki, w których jednostka kierująca się własnym interesem nie jest poddawana żadnym ograniczeniom ze strony państwa. Państwo zaś kontroluje część produkcji za pomocą podatków, płatności transferowych oraz dostarczania dóbr i usług publicznych, takich jak np. obrona narodowa. Kontroluje też zakres, w jakim jednostki te mogą kierować się w swoim działaniu własnym interesem.

W większości współczesnych krajów występuje gospodarka mieszana, choć niektóre z nich są bliższe gospodarce nakazowej (Korea Północna, Kuba); inne z kolei kraje Europy Zachodniej czy Ameryki bliższe są gospodarce wolnorynkowej. Należy zwrócić uwagę, że w praktyce modelowa gospodarka centralna, czy też wolnorynkowa nie istnieje w czystej postaci. Nawet na Kubie i w Korei, konsumenci dysponują pewną swobodą dokonywania zakupów, a prywatne rolnictwo współistnieje z rolnictwem skolektywizowanym. Z kolei w takich krajach jak Stany Zjednoczone, czy Kanada, gdzie podejście wolnorynkowe jest najbardziej popularne, występuje znaczny udział państwa w dostarczaniu dóbr i usług publicznych, redystrybucji dochodów za pomocą podatków i transferów rządowych oraz regulacji rynków.

Z doświadczeń gospodarki rynkowej wynika, że nadmiar wolności może zagrażać poczuciu bezpieczeństwa, natomiast nadmiar bezpieczeństwa stanowić może zagrożenie dla wolności. Współczesna gospodarka rynkowa oparta o struktury monopolistyczne lub quasi – monopolistyczne, niekoniecznie oznaczać musi pełne, czyli efektywne wykorzystanie stojących do dyspozycji społeczeństwa zasobów. Wszystkie gospodarki rynkowe przeżywają co jakiś czas okresy załamania. Przejawem tego są okresowe spadki produkcji i zatrudnienia, w efekcie pojawia się bezrobocie, a sytuacja materialna dużej części społeczeństwa pogarsza się. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy może być gwarantowana w gospodarce rynkowej swoboda decyzji ekonomicznych, gospodarstwa domowe autono-

3 Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej powstała w 1955, rozwiązana w 1990, organizacja zrzeszająca tzw. Kraje socjalistyczne, m.in. Polskę.

4 Opublikowana przez niego w 1776 r. książka *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów* pozostaje do dziś klasycznym dziełem ekonomii.

micznie rozstrzygają jaką część zarobionych dochodów wydać na zakup dóbr konsumpcyjnych, a jaką wycofać z obiegu. Czy i ile z tych środków do obiegu powróci ponownie, zależy od autonomicznych decyzji inwestycyjnych przedsiębiorstw. To właśnie wynikający ze swobody brak zgodności decyzji gospodarstw domowych (dotyczących oszczędności) i przedsiębiorstw (dotyczących inwestycji) wpływa destabilizująco na gospodarkę. Charakterystyczna dla gospodarki rynkowej okresowa destabilizacja jest nieuniknionym, podważającym bezpieczeństwo, kosztem wolności ekonomicznych.

Niektórzy ekonomiści, jak również obywatele uważają, iż stabilizację i bezpieczeństwo może zapewnić tylko państwo. Według nich im więcej państwa w gospodarce, tym mniej ryzyka, tym większa stabilizacja i bezpieczeństwo. Należy jednak pamiętać że większy udział państwa w gospodarce oznacza, że więcej ograniczonych zasobów przeznaczać trzeba na wytwarzanie dóbr publicznych, a zatem tym mniej zasobów przeznaczyć można na produkcję dóbr prywatnych, tworzenie nowych miejsc pracy i powiększenie zasobów kapitału rzeczowego. Wzrost ekonomicznych funkcji państwa, będącego gwarantem bezpieczeństwa stanowi z kolei zagrożenie dla wolności ekonomicznej, korzyści bieżących i przyszłych osiąganych z wytwarzania dóbr prywatnych.

Autorowi nie są znane teorie ekonomiczne, które w sposób jednoznaczny pozwoliłyby odpowiedzieć na fundamentalne pytanie: jaki powinien być udział państwa w gospodarce; czyli jaka część społecznych zasobów powinna być skierowana do produkcji dóbr publicznych, a jaka do wytwarzania dóbr prywatnych?

Rozstrzygnięcia tego problemu pozostawiono w krajach demokratycznych wyborcom. Współczesne demokracje jak wcześniej przedstawiono, mają do zaproponowania dwa główne systemy gospodarcze: **gospodarka liberalna i solidaryzm społeczny**.

W programie gospodarki liberalnej, opartym na jak najmniejszym udziale państwa, każdy sam powinien troszczyć się o swój los i walczyć o swoją pomyślność i dobrobyt, zaś dobrobyt społeczeństwa jest sumą dobrobytów indywidualnych.

Drugi alternatywny system wywodzi się zazwyczaj z koncepcji socjaldemokratycznych. W modelu tym nie eliminuje się rynku, ale w dużo większym stopniu, w imię idei równości, sprawiedliwości i solidaryzmu społecznego ogranicza jego regulujące funkcje, oddając znaczną część decyzji regulacyjnych w ręce państwa, czyli dopuszczając do produkcji znacznie większą ilość dóbr publicznych niż w modelu liberalnym.

Obydwa analizowane modele nie spełniają kryteriów efektywności ekonomicznej ani oczekiwań społecznych większości obywateli, dlatego też czynione są poszukiwania alternatywnych rozwiązań będących ich uzupełnieniem. Jednym z takich nurtów poszukiwań jest **ekonomia społeczna**.

## CZYM JEST EKONOMIA SPOŁECZNA

Wydaje się, że ekonomia społeczna była alternatywą dla systemu ekonomii rynkowej; wpisując się w rozwijane w latach osiemdziesiątych XX wieku nurty (niekiedy radykalne) ekonomii uczestniczących (z ang. *participatory economics*), pochodzących z prac Michaela Alberta i Robina Hahnela<sup>5</sup>.

Ekonomia społeczna może być traktowana jako:

1. Subdyscyplina nauki zwanej ekonomią,
2. Część współczesnej gospodarki łącząca ekonomiczną efektywność z celami społecznymi przedsiębiorstw poprzez dostarczanie produktów na rzecz osób zagrożonych wykluczeniem społecznym w małych (lokalnych) społecznościach.

**Przyjmując podaną wyżej definicję, będziemy rozumieć ekonomię społeczną jako pewną część gospodarki, co jest zgodne z przyjętą w polskiej literaturze fachowej terminologią<sup>6</sup>.**

Przedsiębiorstwa w gospodarce społecznej funkcjonują najczęściej w takich branżach jak: spółdzielnie, ubezpieczenia wzajemne, fundusze poręczeniowe, pewne typy banków i instytucji finansowych<sup>7</sup>. Należy jednak podkreślić, że wszystkie te podmioty funkcjonują na rynku, a w swoim działaniu kierują się dwiema zasadami: **solidarnością i braterstwem<sup>8</sup>. Często trudno jest pogodzić cele gospodarcze (wzrost efektywności ekonomicznej) z celami społecznymi, ładem, porządkiem i spokojem.**

Polska ma sięgające czasów zaborów tradycje ekonomii społecznej, można tu wymienić idee Edwarda Abramowskiego dotyczące *społecznego kooperatywu*, przedwojenne Kasy Stefczyka, czy zainicjowane w latach czterdziestych poszukiwania możliwości tworzenia towarzystw ubezpieczeń wzajemnych [4]. Nawiązano kontakt z francuskimi towarzystwami, będącymi uczestnikami europejskiego ruchu ubezpieczeniowego odwołującego się do idei wzajemności. Niestety brak zainteresowania ówczesnych władz jak i niekorzystna opinia Banku Światowego spowodowały, że ten ciekawy projekt nie został zrealizowany. Trudno nie wspomnieć o sukcesach, a takim niewątpliwie było powstanie w latach czterdziestych spółdzielczych kas oszczędnościowo-kredytowych, będących jednym z filarów ekonomii społecznej. Współczesna ekonomia społeczna jest nastawiona na korzyści poszczególnych uczestników procesu, ale również powinna realizować korzyści dla społeczności lokalnych i środowisk zagrożonych marginalizacją (bezrobotni, osoby opuszczające zakłady karne, osoby o niskim poziomie wykształcenia, rodziny z problemem alkoholowym itp.). Tego typu zadania można realizować w sposób bezpośredni poprzez aktywne uczestnictwo w procesie gospodarczym, jak również pośredni – poprzez kształtowanie wzorców zachowań społecznie akceptowanych i w konsekwencji mogących w perspektywie przysparzać określonych korzyści ekonomicznych. Jednym z prekursorów ekonomii społecznej był Edward **Abramowski**. Według niego państwo podobnie jak inne instytucje społeczne jest podmiotem realizującym potrzeby poszczególnych jednostek kształtowane przez występujące warunki ekonomiczne. Potrzeby człowieka ulegają istotnym modyfikacjom pod wpływem kontaktu z innymi ludźmi. Abramowski docenia również zmiany obiektywnych warunków wytwarzania dóbr i usług związanych ze zmianą technologii czy poziomem społecznej kultury. Większość ludzi odczuwa potrzebę funkcjonowania państwa, ponieważ widzą w państwie organizację, która pozwala na realizację ich życiowych interesów. Dopiero, gdy społeczeństwo uświadomi sobie, że państwo wyczerpało swe funkcje może zostać ono zastąpione przez dobrowolne

6 Por. <http://abramowski.org.pl/ekspo.html>.

7 Por. <http://www.ceo.org.pl/dokument.php?dzial009>.

8 Podmioty w gospodarce wolnorynkowej powinny kierować się: równością i wolnością.

5 Por. <http://ekonomiaspoleczna.pl/x/167338>

instytucje. Przedsiębiorstwa miały być przekształcone w zarządzane przez pracowników tzw. Syndykaty przejmujące od właścicieli kontrolę nad procesem produkcji, dystrybucji wytworzonych dóbr i wewnętrzną organizacją.

Postulaty szły znacznie dalej, państwowe sądy miały zastąpić sądy polubowne, policję stowarzyszenia samoobrony i porządku, a państwową oświatę prywatne i prowadzone przez stowarzyszenia szkoły, czytelnice i koła samouctwa. Do realizacji tych zamierzeń postulował powołanie: spółdzielni spożywców, spółdzielni rolniczych, towarzystw wzajemnego kredytowania, związków przyjaźni (sąsiedzkich związków pomocy wzajemnej).

Abramowski jako jeden z pierwszych podkreślał jak istotne jest rozbudzenie w ludzkich sumieniach nowej potrzeby – **solidarności**.

**Solidarność to sprzężanie własnego, indywidualnego interesu i dobrobytu z interesem i dobrobytem innych ludzi. Ekonomicznym skutkiem tego typu działań miałyby być zanikanie własności indywidualnej na rzecz własności kooperacyjnej.** Oprócz kreowania nowych, często utopijnych poglądów istotnym dorobkiem Abramowskiego była działalność polegająca na tworzeniu instytucji, które miały te idee materializować. Powstały Koła Oświaty Ludowej, Związek Towarzystw Samopomocy Społecznej, Związki Przyjaźni i Towarzystwo Kooperatystów. Z inicjatywy tego ostatniego powstał w 1908 roku Związek Spółdzielni Spożywców „Społem” zrzeszający 1776 spółdzielni z blisko 400 tysiącami członków.

## PODSUMOWANIE

Kluczową rolę we współczesnym życiu gospodarczym odgrywają przedsiębiorstwa, które wraz z gospodarstwami rolnymi i domowymi stanowią szkielet całego systemu gospodarczego. Pojęcie przedsiębiorstwa nie jest jednolicie definiowane i w wielu opracowaniach możemy znaleźć szereg interpretacji. Jest to spowodowane przez: przemiany w przedsiębiorstwach, usytuowanie przedsiębiorstwa na rynku oraz jego formy i własność.

**Przedsiębiorstwo jest jednostką (podmiotem) prowadzącą (motywowaną chęcią uzyskania korzyści materialnych) działalność gospodarczą, mającą na celu zaspokojenie potrzeb innych podmiotów życia społecznego przez wytwarzanie produktów i usług, przy czym działalność ta prowadzona jest na własne ryzyko właściciela.**

Przedsiębiorstwa, aby utrzymać się na rynku, ulegają częstym zmianom: unowocześnieniom produkcji, łączności, automatyzacji. Rozwijają swoją działalność poprzez badania marketingowe rynku.

Główny obszar funkcjonowania przedsiębiorstwa i jego powiązań z otoczeniem zawiera się w sferze produkcji dóbr i usług oraz wymiany. Nie można jednak nie dostrzegać faktu, że przedsiębiorstwo (w każdych warunkach systemowych) swoją działalnością kreuje określone, zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki w sferze konsumpcji i życia społecznego (kultury, obyczajowości, postaw i poglądów społeczno-politycznych, aktywności społecznej, nastrojów publicznych itp.). Społeczne skutki funkcjonowania przedsiębiorstwa pozostają w sferze zainteresowania nie tylko poszczególnych jednostek, ale też różnego rodzaju organizacji. Nie są one obojętne także

dla samego przedsiębiorstwa, gdyż bardziej lub mniej bezpośrednio, np. poprzez postawy i zachowania zatrudnionych w nim pracowników czy akceptację rynkową wytwarzanych przezeń wyrobów, wpływają na warunki osiągania swych celów ekonomicznych.

Na tle wspomnianych zależności może dochodzić zarówno do pozytywnej, jak i negatywnej kooperacji między przedsiębiorstwami i różnymi organizacjami, do różnego rodzaju i stopnia zaangażowania jednostki gospodarczej w rozwiązywanie problemów (zaspokajaniu potrzeb) społecznych.

## LITERATURA

- [1] <http://abramowski.org.pl/ekspo.html>.
- [2] <http://ekonomiaspoleczna.pl/x/167338>
- [3] <http://www.ceo.org.pl/dokument.php?dzial009>
- [4] Leś E.: Nowa ekonomia społeczna, Wybrane koncepcje, Trzeci Sektor, nr 2/2005, 36-44.
- [5] Smith A.: *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów T.I*, wydanie drugie, PWN, 2008.

## ALTERNATIVE ECONOMIC SYSTEMS

### SUMMARY

*Views antique scholar Ksenofont, Arystoteles and Platon about organization of housekeeping and public and theory of creation of resource is the starting point of consideration of the author. Author thinks, that views of these thinkers are close views of framers public economy.*

*In the first part the author analysis of entities appearing in the real and control sphere of economy. The real sphere includes the sphere of the production, sphere of the exchange and sphere of the consumption. The control sphere includes the state, subjects of the mediation and subjects of the industrial democracy or economic.*

*In the second part of the presented text an analysis concerning of social economy, which is an alternative to the system of the market economy. The social economy can be treated as the economic effectiveness joining the fragment of the contemporary economy with social objectives of enterprises by delivering products for the endangered people with social exclusion in local communities.*

Dr inż. Radosław WINICZENKO  
Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## OPTIMALIZACJA KOSZTÓW TRANSPORTU METODĄ BEZPOŚREDNIEGO POSZUKIWANIA<sup>®</sup>

*Celem artykułu jest prezentacja ogólnej zasady działania metody bezpośredniego poszukiwania oraz jej zastosowanie w liniowym problemie transportowym.*

*W przeciwieństwie do tradycyjnych metod szukania punktu minimum, w których dla znalezienia minimum wykorzystuje się informację o gradiencie funkcji celu lub o pochodnych różnego rzędu, w algorytmie metody bezpośredniego poszukiwania analizuje się wprowadzony zbiór punktów wokół bieżącego punktu.*

*Algorytm bezpośredniego poszukiwania może być zastosowany do zadań związanych z kosztami stałymi, zmiennymi ograniczeniami w postaci równań i nierówności czy wymaganiami dotyczącymi źródeł zaopatrzenia. Powyższe zadania często występują w różnych gałęziach przemysłowych, w tym również w branży spożywczej.*

### WPROWADZENIE

Do najprostszych zadań kombinatorycznych z ograniczeniami można zaliczyć zadanie transportowe. W problemie tym poszukuje się planu najtańszego transportu z pewnej liczby punktów nadania do pewnej liczby punktów odbioru. Od zadania oczekuje się podania: poziomu zapasu towaru w każdym punkcie nadania, wielkości zapotrzebowania w każdym punkcie odbioru oraz kosztów transportu z każdego punktu nadania do każdego punktu odbioru [8].

Jeśli w zadaniu występuje tylko jeden towar, to punkty odbioru mogą uzupełniać swoje zapotrzebowanie z jednego lub więcej punktów nadania. Celem takiego planu jest wyznaczenie ilości towaru wysłanego z każdego punktu nadania do każdego punktu odbioru, aby zminimalizować całkowity koszt transportu [9, 14].

Jeżeli koszt przejazdu jest wprost proporcjonalny do ilości transportowanego towaru, mowa jest o zadaniu transportowym liniowym. W przeciwnym przypadku, jeśli ten warunek będzie niespełniony, to zadanie transportu będzie zadaniem nieliniowym.

Jedną z metod optymalizacyjnych, które cieszą się znacznym zainteresowaniem, jest programowanie liniowe [5, 11, 13]. Metoda ta jest najbardziej przydatna do tworzenia sieci obiektów, przy czym wielkość popytu i podaży dla zakładów produkcyjnych, centrów dystrybucji lub poszczególnych rynków stanowią warunki ograniczające dla modelu. Przy danej funkcji celu, która zakłada na przykład minimalizację kosztu całkowitego, programowanie liniowe pomaga stworzyć optymalny wzorzec rozmieszczenia obiektów uwzględniający ograniczenia popytowo-podażowe.

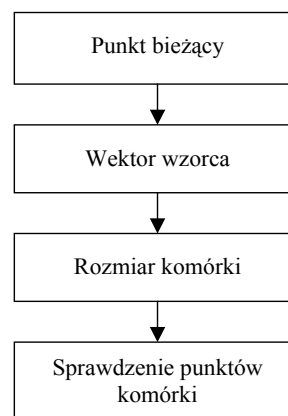
Choć metoda programowania liniowego jest dość użyteczna, to jednak ma ograniczone zastosowania, ponieważ problem rozwiązywany za jej pomocą musi być sformułowany w sposób deterministyczny i powinien poddawać się liniowemu przybliżeniu. Ponadto w programowaniu liniowym nie można uwzględniać stałych i zmiennych kosztów funkcjonowania obiektów logistycznych [2, 3]. Takie rozwiązanie jest możliwe po zastosowaniu innych metod optymalizacyjnych opisanych w pracach [1, 4, 6, 7, 12, 15]. Jedną z nich jest metoda bezpośredniego poszukiwania, której zasadę działania

opisano w niniejszym artykule. Może ona znaleźć zastosowanie w transporcie produktów spożywczych, gdzie mamy do czynienia z kosztami stałymi, zmiennymi ograniczeniami, jak również wymaganiami dotyczącymi źródeł zaopatrzenia.

### METODA BEZPOŚREDNIEGO POSZUKIWANIA

Metoda bezpośredniego poszukiwania (z ang. Direct Search) jest metodą dla obliczania zadań optymalizacji, w której nie wykorzystuje się żadnej informacji o gradiencie funkcji celu. W przeciwieństwie do tradycyjnych metod szukania punktu minimum, w których dla znalezienia minimum wykorzystuje się informację o gradiencie funkcji celu lub o pochodnych różnego rzędu, w algorytmie metody bezpośredniego poszukiwania analizuje się wprowadzony zbiór punktów wokół bieżącego punktu. Tym punktem bieżącym w pierwszej iteracji jest losowo wybrany punkt startowy. Celem dalszego poszukiwania jest znalezienie takiego punktu, w którym wartość funkcji celu jest mniejsza niż wartość bieżącego punktu. Poszukiwanie kończy się wtedy, gdy osiągnięto minimalny rozmiar rozpatrywanego wzorca. Schemat działania algorytmu bezpośredniego poszukiwania przedstawiono na rysunku 1.

Powyższą metodę stosuje się najczęściej do zadań optymalizacji, gdy nie istnieje jakakolwiek informacja o różniczkowości funkcji celu lub dla funkcji nieciągłej [10].



**Rys. 1.** Schemat działania algorytmu bezpośredniego poszukiwania.

## Zasada działania algorytmu bezpośredniego poszukiwania

W algorytmach bezpośredniego przeszukiwania przeprowadza się numeryczne obliczenia takiej kolejności punktów, która zbiega się do punktu optymalnego. Na każdym kroku w algorytmie prowadzi się szukanie pewnego zbioru punktów, nazywanych komórką, wokół bieżącego punktu, który jest wynikiem obliczenia w poprzednim kroku. W danym algorytmie taką komórkę tworzy się drogą złożenia bieżącego punktu z pewnym skalarnym mnożnikiem z ustalonego zestawu wektorów, nazywanego *wzorcem* lub *szablonem* [10].

*Wzorzec* jest zbiorem wektorów, które są wykorzystywane w danym algorytmie do określenia punktów poszukiwania w każdej iteracji. Przykładem w zadaniu optymalizacyjnym mogą być dwie niezależne zmienne, dla których zaakceptowany domyślnie wzorzec składa się z następujących wektorów:

$$v_1 = [1 \ 0]$$

$$v_2 = [0 \ 1]$$

$$v_3 = [-1 \ 0]$$

$$v_4 = [0 \ -1]$$

*Komórka* jest pewnym zbiorem punktów. Algorytm formowania komórki ma następującą postać:

- Składniki wzorca (wektory) mnoży się przez pewien skalarny współczynnik, który nazywa się *rozmiarem komórki* (z ang. *mesh size*);
- Wektory uzyskane w wyniku mnożenia sumuje się z punktem bieżącym, czyli punktem o najlepszej wartości funkcji celu, znalezionej w poprzednim kroku.

Jeśli punkt bieżący będzie wynosił na przykład [1, 7 2, 4], wzorzec będzie składał się z przedstawionych powyżej wektorów, a bieżący rozmiar komórki jest równy na przykład 4, to wektory wzorca mnoży się przez współczynnik 4 a następnie sumuje się z punktem bieżącym, w wyniku czego powstaje komórka o następującej postaci:

$$[1, 7 \ 2, 4] + 4 \cdot [1 \ 0] = [5, 7 \ 2, 4]$$

$$[1, 7 \ 2, 4] + 4 \cdot [0 \ 1] = [1, 7 \ 6, 4]$$

$$[1, 7 \ 2, 4] + 4 \cdot [-1 \ 0] = [-2, 3 \ 2, 4]$$

$$[1, 7 \ 2, 4] + 4 \cdot [0 \ -1] = [1, 7 \ -1, 6]$$

Wektor wzorca, który został przyjęty jako punkt komórki, nazywa się *kierunkiem wzorca*.

## Sprawdzanie punktów komórki

W każdej iteracji przeprowadza się sprawdzanie bieżących punktów komórki poprzez odpowiednie obliczanie wartości funkcji celu według przyjętego algorytmu. Procedura sprawdzania punktów komórki trwa do tego momentu, dopóki nie znajdzie wartości mniejszej niż dla bieżącego punktu. Po sukcesie znaleziony punkt staje się bieżącym punktem dla następnej iteracji. Następnie algorytm wpisuje ten drugi punkt w ciąg procesu poszukiwania. Jeśli w danej iteracji nie będzie takich punktów komórki, które mają wartość funkcji celu mniejszą niż wartość w punkcie poprzednim, to sprawdzenie będzie nieudane. W tym przypadku bieżący punkt już nie ulegnie zmianie dla następnej iteracji.

Procedura obliczania wartości funkcji celu może być przeprowadzona dla wszystkich bieżących punktów komórki. W tym przypadku przeprowadza się porównania wartości wszystkich bieżących punktów komórki z najmniejszą wartością funkcji celu. Jeśli w pewnym punkcie komórki znaleziona wartość funkcji celu będzie najmniejsza, to sprawdzenie punktu komórki odniosło sukces.

Bardziej szczegółowe informacje na temat metody bezpośredniego poszukiwania można znaleźć w literaturze [10].

Metoda bezpośredniego poszukiwania została zastosowana do typowego zadania transportowego, przedstawionego w poniższym przykładzie numerycznym. Podany przez autora przykład numeryczny został rozwiązany w programie Matlab w wersji 7.6.0 wyposażonym w pakiet do optymalizacji o nazwie „Algorytmy genetyczne i bezpośrednie poszukiwanie” (z ang. „Genetic Algorithms and Direct Search”).

## Przykład numeryczny

Dwie hurtownie spożywcze:  $H_1$  i  $H_2$  dostarczają towar, którym jest cukier, do czterech sklepów zlokalizowanych w różnych miejscowościach:  $M_1, M_2, M_3, M_4$ . Jednostkowe koszty transportu (w zł), wielkości dostaw  $a_i$  (w tonach) oraz zapotrzebowanie sklepów  $b_i$  (w tonach) podano w tabeli 1.

**Tabela 1.** Jednostkowe koszty dla zadania transportowego hurtowni spożywczych

$x_{ij}$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$a_i$
$H_1$	6	3	3	7	800
$H_2$	2	6	9	8	800
$b_i$	100	300	500	700	1600

Celem niniejszego zadania optymalizacyjnego było opracowanie takiego planu transportu (przewozu) cukru, aby koszty były najmniejsze.

Model matematyczny dla tego zadania ma postać:

- Funkcja celu (funkcja kosztu):

$$\min f(x) = 6 \cdot x_{11} + 3 \cdot x_{12} + 3 \cdot x_{13} + 7 \cdot x_{14} + 2 \cdot x_{21} + 6 \cdot x_{22} + 9 \cdot x_{23} + 8 \cdot x_{24};$$

- Równania ograniczające dla zmiennych decyzyjnych przyjmują postać:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 800;$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 800;$$

$$x_{11} + x_{21} = 100;$$

$$x_{12} + x_{22} = 300;$$

$$x_{13} + x_{23} = 500;$$

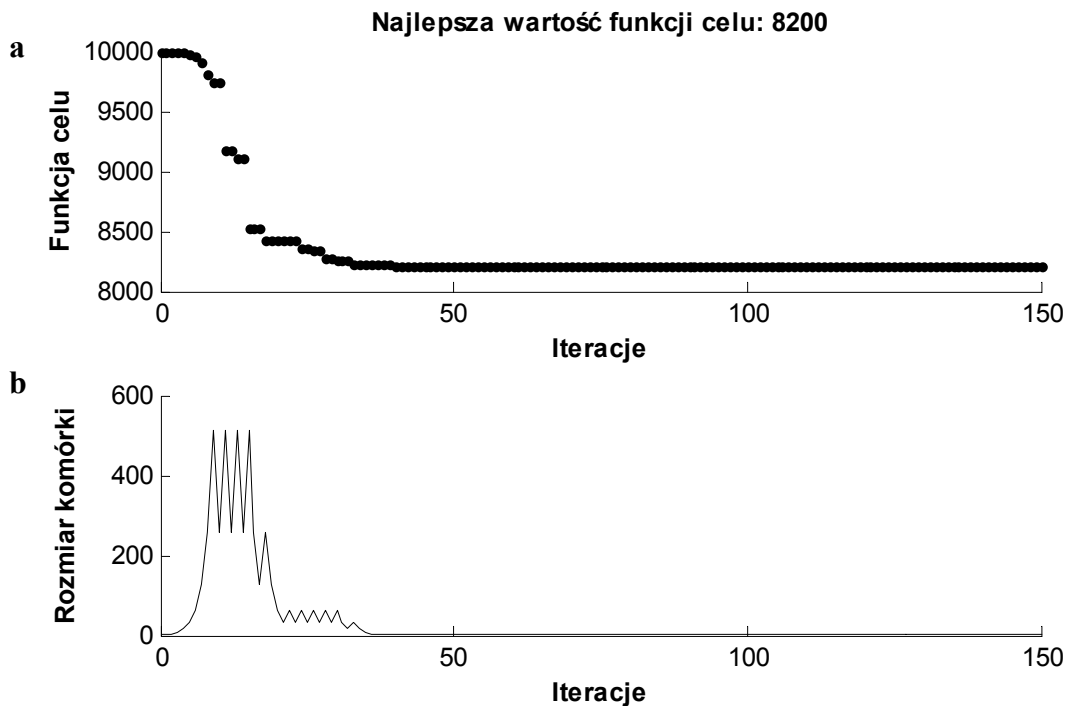
$$x_{14} + x_{24} = 700;$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Do obliczeń numerycznych przyjęto jako punkt startowy  $x_0 = [10101010]$ , który jest punktem początkowym. Przyjęto również procedurę sprawdzania punktów komórki, do momentu, dopóki algorytm nie znajdzie wartości mniejszej niż dla bieżącego punktu. Początkowy rozmiar komórki wyniósł 1.0.



Przebieg zmian funkcji celu (funkcji kosztu) w poszczególnych iteracjach pokazano na rys. 2a. Na wykresie widać, że funkcja osiągnęła wartość minimalną już w pierwszych iteracjach. Najlepsza wartość funkcji wyniosła  $f(x)=8200$ .



**Rys. 2.** Przebieg funkcji celu (kosztu) w poszczególnych iteracjach (rys 2-a) oraz rozmiar komórki w iteracjach (rys 2-b).

Na rysunku 2-a dla każdej iteracji wartości funkcji celu ulegają zmianie w ich najlepszym punkcie. Warto zauważyć, iż wartości funkcji celu dość szybko polepszają się we wczesnych iteracjach. Natomiast w miarę zbliżania się do optymalnej wartości, następuje ich wyrównanie.

Na rysunku 2-b ukazano rozmiar komórki dla każdej iteracji. W tym przypadku można zauważyć jak rozmiar komórki zwiększa się po każdej pomyślnej iteracji i zmniejsza po każdej niepomyślnej iteracji.

Z rozwiązania otrzymuje się:  $x_{11}=0$ ,  $x_{12}=300$ ,  $x_{13}=500$ ,  $x_{14}=0$ ,  $x_{21}=100$ ,  $x_{22}=0$ ,  $x_{23}=0$ ,  $x_{24}=700$  dla których funkcja celu (minimalizowana) wynosi  $f(x)=8200$ . Otrzymane rozdysponowanie przewozów podano w tabeli 2.

**Tabela 2.** Rozdysponowanie przewozów zadania transportowego hurtowni spożywczych

$c_{ij}$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$a_i$
$H_1$	0	300	500	0	800
$H_2$	100	0	0	700	800
$b_i$	100	300	500	700	1600

Oznacza to, że minimalizację kosztów transportu otrzymuje się dla następującego planu przewozu:  $f(x)=3 \cdot 300 + 3 \cdot 500 + 2 \cdot 100 + 8 \cdot 700 = 8200$ .

## PODSUMOWANIE

Celem pracy zaprezentowanej w artykule było pokazanie zasady działania metody bezpośredniego poszukiwania na przykładzie ustalenia minimalnych kosztów transportu.

Przy zastosowaniu odpowiedniego zapisu funkcji celu, warunków ograniczających oraz operatorów poszukiwań (np. wyboru poszukiwań, sposobu sprawdzenia komórki czy doboru rozmiaru komórki), algorytmy szybko znalazły rozwiązania w początkowych iteracjach.

Metoda bezpośredniego poszukiwania jest użyteczna dla obliczania zadań optymalizacji, w której nie wykorzystuje się żadnej informacji o gradiencie funkcji celu lub o pochodnych. W przeciwieństwie do tradycyjnych metod szukania

punktu minimum, w metodzie bezpośredniego poszukiwania analizuje się wprowadzony zbiór punktów wokół bieżącego punktu.

Algorytm bezpośredniego poszukiwania może być zastosowany do zadań nieliniowych, problemów optymalizacyjnych związanych z kosztami stałymi, zmiennymi ograniczeniami potencjału, korzyściami skali oraz chociażby wymaganiami dotyczącymi źródeł zaopatrzenia. Powyższe zadania często występują w różnych gałęziach przemysłowych, w tym również w branżach przetwórstwa spożywczego.

## LITERATURA

- [1] Arabas J.: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, Warszawa, WNT, 2001.
- [2] Biethahn J., Nissen V.: Evolutionary Algorithms in Management Applications, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1995.
- [3] Coyle J., Bardi J., Langley J.: Zarządzanie logistyczne, Warszawa, PWE, 2002.
- [4] Cytowski J.: Algorytmy genetyczne: podstawy i zastosowania, Warszawa, PLJ, 1996.
- [5] Gass Saull.: Programowanie liniowe, Warszawa, PWE, 1980.
- [6] Goldberg D.E.: Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie, Warszawa, WNT, 1998.
- [7] Knosala R.: Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w inżynierii produkcji, Warszawa, WNT, 2002.
- [8] Michalewicz Z.: Algorytmy genetyczne + Struktura danych = Programy ewolucyjne, Warszawa, WNT, 1999.

- [9] Nowak A.: Optymalizacja, Teoria i zadania, Gliwice, WPS, 2007.
- [10] Ostanin A.: Informatyka z Matlabem, Rozprawy Naukowe Nr 147, Białystok 2007.
- [11] Platt Cz.: Zastosowania programowania liniowego w rolnictwie i przemyśle spożywczym, Warszawa, PWE, 1990.
- [12] Rutkowska D., Rutkowski L., Piliński M.: Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa 1999.
- [13] Sierksma G.: Linear and Integer Programming, Theory and Practise, New York, Marcel Dekker, INC, 2002.
- [14] Stachurski A., Wierzbicki A.: Podstawy optymalizacji, Warszawa, PW, 2001.
- [15] Winiczenko R.: Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2008, Nr 1.

## OPTIMIZATION OF COST TRANSPORTATION BY DIRECT SEARCH METHOD

### SUMMARY

*Direct search is a method for solving optimization problems which does not require any information about the gradient of the objective function. Unlike more traditional optimization methods which use information about the gradient or higher derivatives to search for an optimal point, a direct search algorithm searches a set of points around the current point, looking for one where the value of the objective function is lower than the value at the current point.*

*The paper presents a general principle of direct search method operation and their application in cost transportation problem in food industry.*

Dr Jan BOGUSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## NARODOWY SYSTEM INNOWACJI®

*Narodowy System Innowacji (w skrócie zwany NSI) stanowi makroekonomiczną koncepcję rozwoju kraju. To system tworzenia, dyfuzji i absorpcji, wiedzy i innowacji na poziomie gospodarki narodowej, a także koordynacji lokalnych i regionalnych planów oraz programów naukowo-badawczych przyczyniających się do podnoszenia innowacyjności i konkurencyjności gospodarki narodowej.*

*Celem artykułu jest charakterystyka Narodowego Systemu Innowacji z punktu widzenia jego budowy i funkcjonowania.*

### WPROWADZENIE

Systemy innowacji cieszą się coraz większym zainteresowaniem wśród naukowców w wielu krajach świata. Ekonomisci oraz badacze różnych profesji starają się poznać mechanizmy ich budowy i funkcjonowania. W tym celu podejmują działania na rzecz określenia ich składu oraz identyfikują zachodzące między nimi relacje. Poszukują także czynników wewnętrznych i zewnętrznych mogących mieć wpływ na ich funkcjonowanie.

Pod względem geograficznym systemy innowacji dzielą się na: globalne, krajowe oraz regionalne. Ponadto można wyróżnić systemy budowane w obszarze sektora oraz technologii [2].

Koncepcja systemu innowacji wyrasta z dociekań naukowych profesora Fryderyka Lista. Przez dziesięciolecia miała ona perspektywę narodową. Inspiracje do podjęcia tematu na poziomie narodowym wyszły od Ch. Freemana [13]. Prawdopodobnie on pierwszy użył pojęcia Narodowy System Innowacji pisząc o Japonii [10]. Oprócz niego koncepcję tę rozwijali: R. Nelson, N. Rosenberg i B. A. Lundvall. Z literatury wynika, iż pierwsze analizy systemów innowacji były prowadzone na poziomie pojedynczego kraju [6].

Wśród systemów innowacji ważne miejsce zajmuje Narodowy System Innowacji. Przedstawicielami NSI są między innymi Ch. Freeman i B.A. Lundvall. Regionalny System Innowacji reprezentują: H.J. Braczyk, P. Cooke, M. Heidenreich oraz Saxenian. Sektorowy System Innowacji ma swojego badacza w postaci F. Malerby, zaś systemy technologiczne reprezentują Carlsion i Stankiewicz.

Z końcem XIX wieku koncepcja Narodowego Systemu Innowacji dotarła do Polski. Zainteresowali się nią badacze reprezentujący różne środowiska akademickie w kraju. Pomimo zaangażowania się wielu naukowców zawiera pewne nieścisłości i luki w metodologii. Koncepcja ta nadal nie jest dopracowana. Dlatego tematem mojego artykułu jest przedstawienie własnego modelu NSI pod kątem jego budowy w Polsce.

### POJĘCIE NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

Obowiązujące w literaturze zachodniej i polskiej definicje Narodowego Systemu Innowacji zawężają to pojęcie. Odnoszą je wyłącznie do organizacji i instytucji związanych z kreowaniem, dyfuzją i aplikacją innowacji. W tym duchu wypowiada się Ch. Freeman. W jego rozumieniu Narodowy

System Innowacji stanowi pewną sieć prywatnych oraz publicznych instytucji. Ich relacje koncentrują się na działaniach mających na celu pozyskiwanie technologii oraz ich modyfikacji i dyfuzji [4].

B.A. Lundvall postrzega Narodowy System Innowacji w węższym i szerszym znaczeniu. W węższym jako zbiór różnych organizacji i instytucji zaangażowanych w badania i prace badawczo-rozwojowe, a także instytucji technologicznych oraz uniwersytetów, w szerszym zaś jako różne aspekty ekonomiczne, techniczne i instytucjonalne struktury, które wpływają na uczenie się, poszukiwania oraz badania [4].

Galli i Teubal definiują Narodowy System Innowacji jako zbiór organizacji i instytucji oraz interakcji między nimi na rzecz generowania, dyfuzji i aplikacji wiedzy operacyjnej i technologicznej w danym kraju [1]. Również polscy autorzy podkreślają szczególną rolę instytucji, organizacji i jednostek w koncepcji NSI. Wspierają one bowiem proces innowacyjny w gospodarce. Przedsiębiorstwa są ważnymi podmiotami wykorzystującymi technologie w procesie wytwarzania produktów. Gromadzą one technologie i pełnią istotną rolę w kreowaniu infrastruktury technicznej na rzecz innowacji [4].

Prezentowane w literaturze zachodniej i polskiej definicje odnoszą się bardziej do Regionalnego Systemu Innowacji, który jest zbiorem różnych niezależnych instytucji, organizacji i firm, aniżeli do Narodowego Systemu Innowacji, który składa się z Regionalnych i Sektorowych Systemów Innowacji jako podsystemów. Można powiedzieć, iż NSI to suma lokalnych i regionalnych układów przestrzennych o funkcjach produkcyjno- usługowo- administracyjnych. Dlatego proponuję przyjąć następującą definicję: **NSI to zbiór Regionalnych i Sektorowych Systemów Innowacji złożonych z różnych instytucji i organizacji zajmujących się między innymi kreowaniem, dyfuzją i aplikacją innowacji, celem podnoszenia innowacyjności i konkurencyjności gospodarki, a także wspieraniem i stymulowaniem przedsiębiorczości na poziomie narodowym.**

Na poziomie kraju sektorowe i regionalne sieci innowacji wymagają koordynacji. Funkcję tę powinien pełnić rząd. Chodzi o utrzymanie spójności działań w ramach prowadzonej polityki innowacyjnej, technologicznej, edukacyjnej i naukowej. W toku ich wdrażania władze państwowe mogą korzystać z pomocy różnych instytucji ds. innowacyjności, wspierania rozwoju technologicznego, rozwoju nauki i techniki, szkolnictwa wyższego itp.

Narodowe Systemy Innowacji występują w wysoko rozwiniętych krajach Europy Zachodniej oraz w Stanach Zjednoczonych. Silna jest tam współpraca między nauką a przemysłem. Istnieje odpowiednia infrastruktura wspomagania procesów technologicznych na poziomie kraju oraz funkcjonuje krajowy rynek innowacji.

W Polsce opinie na temat obecności bądź braku NSI są podzielone wśród naukowców, publicystów i polityków. Niektórzy z nich twierdzą, że on istnieje, a na potwierdzenie swoich racji przytaczają, że w latach 2000-2006 wystąpiły w nim znaczne zmiany [7]. Nie wdając się w głębsze rozważania na ten temat można postawić hipotezę, iż w naszym kraju występują co najwyżej słabo rozwinięte mechanizmy Narodowego Systemu Innowacji. Wynika to przede wszystkim z tego, iż:

- ich budowa trwa dopiero kilka lat,
- nie ma dobrze rozwiniętej i przejrzystej regionalnej i krajowej polityki innowacyjnej,
- wymiar organizacyjno-instytucjonalny systemu innowacji jest niedoskonały [14].

## BUDOWA NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

Narodowy System Innowacji składa się z określonych elementów. W. Nasierowski i F.J. Arcelus wyróżniają w ramach NSI [11]:

- wkłady (inputs),
- moderatorów (moderators),
- wytwory (outputs).

Wszystkie wymienione elementy odgrywają kluczową rolę w jego funkcjonowaniu. Wkłady bezpośrednio odpowiadają za obecny i przyszły rozwój Narodowego Systemu Innowacji. Na wejściu może ich być dowolna liczba. Moderatorzy nadzorują i stymulują procesy przekształceń wkładów. Na wyjściu mamy gotowe produkty bądź usługi.

Aby w pełni mógł się wykształcić Narodowy System Innowacji muszą być spełnione pewne warunki. Należą do nich:

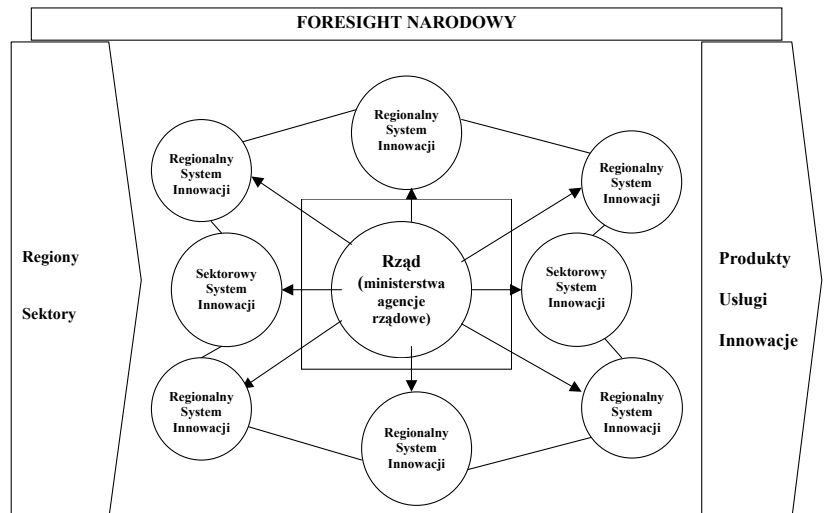
- opracowanie realistycznych założeń polityki innowacyjnej, technologicznej, edukacyjnej, naukowej i badawczej,
- wzrost nakładów na naukę i badania (obecnie bardzo niskie w porównaniu z krajami wysoko rozwiniętymi),
- wsparcie procesów tworzenia instytucji wspomagania innowacyjnego w kraju,
- rozwój efektywnej i zakrojonej na szeroką skalę współpracy nauka – przemysł oraz przemysł – banki, (klucz do funkcjonowania NSI),
- przejęcie przez rząd funkcji koordynatora procesów innowacyjnych na poziomie kraju.

Na Narodowy System Innowacji trzeba spojrzeć z punktu widzenia Regionalnych Systemów Innowacji, które (jak stwierdziłem wcześniej) stanowią obok Sektorowych Systemów Innowacji jego podsystemy (rys. 1).

Regionalny System Innowacji składa się z różnorodnych instytucji publicznych i prywatnych oraz podmiotów gospo-

darczych funkcjonujących w ramach sieci innowacyjnych. Ich zasadniczym celem jest zdobywanie bądź utrzymanie przewagi konkurencyjnej na rynku. Odbywa się to poprzez permanentne kreowanie, poszukiwanie, dyfuzję i absorpcję innowacji technologicznych, produktowych, organizacyjnych, marketingowych itp.

Rys. 1. Narodowy System Innowacji.



Źródło: Opracowanie własne

W zbliżonym do RSI duchu funkcjonują Sektorowe Systemy Innowacji (SSI). Dotyczą one jednorodnych lub zbliżonych pod względem asortymentu produktów obszarów działalności produkcyjnej, handlowej bądź usługowej. SSI tworzą firmy i instytucje sfery okołobiznesowej działające w tych samych lub pokrewnych dziedzinach.

Na podstawie dostępnej literatury krajowej i zagranicznej można stwierdzić, iż Narodowy System Innowacji charakteryzuje się:

- istnieniem instytucji narodowych (Urząd Patentowy, Rada Główna Szkolnictwa Wyższego, Centralny Urząd Planowania itp.),
- niejednorodnym układem terytorialno-produkcyjnym (rdzeń i peryferie),
- obecnością w rdzeniu centralnych urzędów i instytucji administracyjnych, społecznych i gospodarczych,
- funkcjonowaniem międzynarodowych ośrodków wspierających procesy technologiczne, np. parków technologicznych,
- silnym zaangażowaniem państwa w procesy współpracy międzynarodowej,
- przejęciem przez państwo roli gwaranta praworządności i poszanowania prawa,
- inspirowaniem i stymulowaniem przez państwo (we współpracy z władzami regionalnymi) rozwoju ośrodków innowacji.

Budowa i funkcjonowanie Regionalnego i Sektorowego Systemu Innowacji opiera się o następujące zasady:

- publiczno-prywatne partnerstwo,
- konsensus społeczny,
- społeczeństwo obywatelskie,
- partycypacja władz różnych szczebli,

- samorządność i decentralizacja,
- autonomia instytucji i organizacji,
- zespołowe uczenie się uczestników,
- programowanie regionalne,
- współpraca i kooperacja.

## RELACJE NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

Narodowe Systemy Innowacji kładą silny nacisk na przepływy technologii i informacji na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym, które są postrzegane jako kluczowy element rozwoju innowacyjnego. Szczególnie ważny jest przepływ wiedzy na poziomie firm i instytucji [12]. Pozyskiwana przez instytucje wiedza staje się źródłem tworzenia innowacji i technologii.

Koncepcja Narodowego Systemu Innowacji zajmuje się analizą interakcji zachodzących między aktorami w podzbiórce gospodarki narodowej [6]. Ważne są także relacje w innych sektorach takich jak służba zdrowia, kultura, infrastruktura techniczna, infrastruktura społeczna, finanse, administracja. Na NSI składa się cały kompleks zagadnień dotyczących rozwoju kraju. Mamy tu do czynienia z określonymi relacjami gospodarczymi, technologicznymi i społecznymi między organizacjami oraz instytucjami prywatnymi i publicznymi a podmiotami gospodarczymi [8]. Powoduje to konieczność ustanowienia koordynacji działań realizowanych przez podmioty [3].

Prowadzona przez władze krajowe polityka innowacyjna powinna koncentrować się na tworzeniu sieciowego modelu innowacji. Praktyka funkcjonowania stref dynamicznego rozwoju w świecie pokazuje, iż u ich podstaw legły instytucje wsparcia technologicznego stanowiące lokalne sieci innowacyjne złożone z parków naukowych, parków technologicznych, inkubatorów technologicznych, centrów transferu technologii. W naszym kraju większość tego typu jednostek jest nieskuteczna. Według ocen Stowarzyszenia Organizatorów Ośrodków Innowacji i Przedsiębiorczości (SOOIPP) wśród 507 tego typu instytucji zaledwie 41 podmiotów można było uznać w 2004 roku za instytucje infrastruktury transferu techniki. Na wspomnianej liście znalazło się 12 parków naukowo-technologicznych i technologiczno-przemysłowych oraz 29 centrów transferu technologii [5].

## NARZĘDZIE BUDOWY NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

Narzędziem budowy Narodowego Systemu Innowacji jest Narodowa Strategia Innowacji. Stanowi ona syntezę projektów realizowanych w ramach Regionalnych Strategii Innowacji na poziomie regionalnym.

Zadaniem Narodowej Strategii Innowacji jest między innymi wspieranie partnerstwa publiczno-prywatnego, wsparcie międzynarodowych projektów badawczych i innowacyjnych oraz stałe dążenie do stymulowania budowy nowoczesnej infrastruktury wspomagającej procesy technologiczne w kraju, tworzenie krajowego obszaru badawczego oraz ustanowienie krajowego rynku innowacji.

Realizacja zawartych w Narodowej Strategii Innowacji projektów odbywa się w ramach przyjętej i następnie wdrażanej przez rząd polityki: innowacyjnej, technologicznej i naukowo-badawczej.

Na poziomie narodowym należy kłaść szczególny nacisk na wdrażanie międzynarodowych projektów dotyczących rozwoju infrastruktury technologicznej w regionach przygranicznych. Dotyczy to między innymi budowy parków technologicznych, parków naukowych, inkubatorów technologicznych. Projekty te powinny być realizowane w priorytetowych (nakreślonych w ramach foresightu narodowego), potencjalnych obszarach rozwoju technologii i wiedzy.

## ZARZĄDZANIE I KOORDYNACJA NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

Kluczową rolę w tworzeniu i funkcjonowaniu Narodowego Systemu Innowacji powinny pełnić władze rządowe [3] (poszczególne ministerstwa oraz agencje rządowe). Powinny one koordynować działania Regionalnych i Sektorowych Systemów Innowacji na poziomie krajowym. Posiadają bowiem odpowiednie instrumenty prawne, finansowe, techniczne oraz zasoby materialne i pozamaterialne.

Funkcjonujące w regionach ośrodki badawczo-rozwojowe i jednostki, zajmujące się transferem technologii i dyfuzją innowacji, prowadzą własną politykę innowacyjną i technologiczną, opartą o własne wizje i cele rozwoju. Często nie są one dostosowane do potrzeb rynku. Wymaga to konieczności podjęcia przez rząd koordynacji na szczeblu regionalnym i krajowym. Stąd niezbędne jest ustanowienie na terenie państwa krajowego obszaru badawczego.

Krajowy obszar badawczy ma koordynować regionalne polityki w zakresie badań i rozwoju, a także wspierać procesy innowacyjne i technologiczne. Działalność naukowo-technologiczna zależy od innowacji, które są rezultatem inwestycji w postęp nauki i edukacji [11]. Dlatego istotną rolą jest zaangażowanie się rządu w proces wsparcia nauki i badań.

Ustanowienie na poziomie kraju wspólnego obszaru badawczego wynika z polityki unijnej, a także z licznych powiązań sieciowych między jednostkami sfery badawczo-rozwojowej a sektorem małych i średnich przedsiębiorstw. Rozwiązania te prowadzą do powstania rynku innowacji. W efekcie powstaje sieć dawców i biorców innowacji pomiędzy którymi dochodzi do licznych transakcji. Wchodzące w jej skład różne instytucje dynamizują procesy dyfuzji innowacji na szczeblu lokalnym, regionalnym i krajowym [9].

Konieczność tworzenia, a następnie wdrażania na poziomie kraju polityki innowacyjnej, technologicznej i naukowo-badawczej wynika z faktu zróżnicowania gospodarek narodowych pod względem (funkcjonujących na ich terenie) struktur systemów produkcyjnych. Zróżnicowanie to powoduje potrzebę niwelowania dysproporcji między nimi [13]. Nastawienie polityki technologicznej na rozwój nowoczesnych technologii, wspieranie tworzenia jednostek naukowo-badawczych, a także instytucji finansujących rozwój nowoczesnych technologii i ich wdrażanie w gospodarce stwarza możliwość rozwoju infrastruktury technologicznej [3].

## FORESIGHT NARODOWY W RAMACH NARODOWEGO SYSTEMU INNOWACJI

Ważną rolę w funkcjonowaniu Narodowego Systemu Innowacji pełni foresight narodowy i technologiczny. Narodowy Program Foresight 2020 odnosi się z jednej strony do prognozowania przyszłego rozwoju kluczowych technologii, z drugiej zaś do wyboru miejsca dla polskiego sektora przemysłowego w przyszłej rzeczywistości technologicznej [6]. Jego rola sprowadza się do wykreowania określonej polityki innowacyjnej, technologicznej i naukowo-badawczej oraz edukacyjnej państwa. Pozwala wskazać rządowi, które z obszarów gospodarki i techniki należy uznać za priorytetowe dla państwa w najbliższych latach.

Foresight (czyt. forsajt) narodowy i technologiczny wytycza potencjalne ścieżki rozwoju kraju i technologii. Umożliwia on budowanie scenariuszy na 10, 15 lub 20 lat oraz identyfikuje strategiczne kierunki rozwoju kraju w przyszłości. Dzięki niemu możemy określić, które z dyscyplin mają największe szanse rozwijać się, a które rokują najmniejsze nadzieje. W programie biorą udział przedstawiciele różnych środowisk zainteresowanych planowaniem i wyznaczaniem przyszłości.

Foresight uczy myślenia strategicznego, pozwalając określić przyszłe trendy i wyzwania otoczenia. Jego rola wzrasta w związku z niepewnością otoczenia, w którym przychodzi działać firmom (poziom mikro) i krajom (poziom makro). Stanowi instrument planowania polityki innowacyjnej, technologicznej i naukowo-badawczej. Dlatego odgrywa znaczącą rolę w Narodowym Systemie Innowacji.

W wyniku umiejętnie realizowanej przez rząd polityki innowacyjnej, technologicznej i naukowo-badawczej tworzy się silna gospodarka złożona z różnych podmiotów i instytucji intensywnie ze sobą współpracujących w zakresie wdrażania kreowanych przez naukę rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Przykładem są gospodarki USA, Japonii, Niemiec, Francji i Wielkiej Brytanii.

## PODSUMOWANIE

Warunkiem budowy Narodowego Systemu Innowacji jest ustanowienie Regionalnych i Sektorowych Systemów Innowacji. Pełnić one będą rolę podsystemów. Na bazie tworzonych i wdrażanych Regionalnych Strategii Innowacji, będących narzędziem budowy systemu innowacyjnego w regionach, rząd powinien opracować i przyjąć do realizacji Narodową Strategię Innowacji jako narzędzie budowy Narodowego Systemu Innowacji.

Rolę koordynatora poszczególnych podsystemów powinien pełnić rząd wraz z podległymi ministerstwami i agendami. W jego gestii ma leżeć między innymi inicjowanie i aplikowanie w praktyce założeń polityki innowacyjnej, technologicznej i naukowo-badawczej w ramach wdrażanej Narodowej Strategii Innowacji. Ma to na celu wspieranie rozwoju infrastruktury technologicznej. Ostatecznym celem NSI jest ustanowienie krajowego obszaru badań oraz krajowego rynku innowacji.

Charakteryzując Narodowy System Innowacji można stwierdzić, iż wyróżnia się on:

- obecnością Regionalnych i Sektorowych Systemów Innowacji jako podsystemów NSI,
- istnieniem na poziomie mikro innowacyjnych firm opierających swoją działalność innowacyjną na spirali wiedzy,
- przyjęciem przez rząd i jego agendy nowoczesnych założeń w zakresie polityki innowacyjnej, technologicznej, naukowo-badawczej i edukacyjnej,
- systematycznym wspieraniem procesów tworzenia infrastruktury technologicznej w kraju,
- uznaniem Narodowej Strategii Innowacji za narzędzie budowy Narodowego Systemu Innowacji,
- tworzeniem uniwersytetów technologicznych,
- korzystaniem przez sektor małych i średnich przedsiębiorstw z najnowszych osiągnięć nauki i techniki,
- koncentracją centralnych organów władzy państwowej w rdzeniu.

Koncepcja Narodowego Systemu Innowacji wpisuje się w środowisko innowacyjne, pod wpływem którego ma miejsce proces kreowania, dyfuzji i absorpcji wiedzy i innowacji. Osadza się w dynamicznym i zmiennym otoczeniu, które wymusza na firmach i instytucjach potrzebę ciągłych zmian w kierunku unowocześniania własnej infrastruktury technologicznej i organizacyjnej.

## LITERATURA

- [1] Galli R., Teubal M.: Paradigmatic Shift in National Innovation Systems, (in:) C. Edquist (ed.), system of innovation, Technologies, institutions and organizations, London 1997, s. 342-370.
- [2] Geels W.F.: Technological transitions and systems innovations, Printed and bound in Great Britain by MPG Books Ltd, 2005, s. 34.
- [3] Grosse G.T.: Innowacyjna gospodarka na peryferiach, Instytut Spraw Publicznych, Warszawa 2007, s. 23-24.
- [4] Jasiński H.A. (edited): Innovation in transition, The case of Poland, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2002, s. 23-109.
- [5] Jasiński H.A.: Bariery transferu techniki na rynku dóbr zaopatrzeniowo-inwestycyjnych, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005, s. 29.
- [6] Klincewicz K.: Polska innowacyjna, Analiza bibliometryczna, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2008, s. 7-51.
- [7] Kierunki zwiększenia innowacyjności gospodarki na lata 2007-2013, Ministerstwo Gospodarki, Departament Rozwoju Gospodarki, 2006, s. 24.
- [8] Kozak M., Pyszkowski A., Szewczyk R.: Słownik rozwoju regionalnego, Polska Agencja Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2001, s. 24-25.
- [9] Kożuch B., Markowski T. (Red. nauk.): Z teorii i praktyki zarządzania publicznego, Fundacja Współczesne Zarządzanie, Białystok 2005, s. 91.
- [10] Lundvall Bengt-Ake (Edited): National Systems of Innovation, Pinter Publishers, London 1992, s. 16.

- [11] Nasierowski W., Arcelus J.F.: Interrelationships among the elements of national innovation systems: A statistical evaluation (w:) *European Journal of Operational Research*, 1999, Volume 119, Number 2, s. 237.
- [12] National Innovation Systems, 2007, Organisation for Co-operation and Development, [www.oecd.org](http://www.oecd.org). OECD.
- [13] Okoń-Horodyńska E.: Narodowy system innowacji w Polsce, Akademia Ekonomiczna im. Karola Adamiczkiego, Katowice 1998, s. 75-77.
- [14] Strzelecka E.: Zarządzanie zasobami innowacyjnymi a rozwój regionalny, (w:) *Rozwój lokalny i regionalny w dobie globalizacji*, Pod redakcją Anny Barcik i Ryszarda Barcik, Wydawnictwo Naukowe ATH, Bielsko-Biała 2007, s. 15.

## NATIONAL SYSTEM OF INNOVATION

### SUMMARY

*National System of Innovation (NSI) is the macroeconomic conception of country's development. It is system of creation, diffusion and absorption knowledge and innovation on the national economy level and the coordination of the innovative local and regional plans and programs which increase the innovation and competitiveness of the national economy.*

*The aim of this article is to characterize National System of Innovation from the point of view of its building and functioning.*

Dr hab. Tadeusz Kołodziej, prof. WSM  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## LOGIKA POGŁĘBIANIA INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ WPROWADZENIE EURO®

*Artykuł jest kontynuacją serii publikacji poświęconej motywom pogłębiania integracji europejskiej.*

### WPROWADZENIE

Niewątpliwie, największym osiągnięciem dekady lat 90. (a można zaryzykować twierdzenie, że było to największe osiągnięcie na drodze integracji gospodarczej w historii zjednoczenia Europy), było wprowadzenie wspólnej waluty przez zdecydowaną większość państw członkowskich Unii Europejskiej. Przyjęcie euro, w miejsce walut narodowych przez kraje tak zwanego Eurolandu, zaprojektowane w Traktacie z Maastricht, oznaczało osiągnięcie najwyższego etapu integracji na płaszczyźnie ekonomicznej, czyli unii gospodarczo-walutowej. Droga do tego była wyjątkowo długa i zajęła równe 30 lat<sup>1</sup>.

Po straconej, z powodu recesji światowej (konsekwencji kryzysu naftowego), dekadzie lat 70-tych również pierwsza połowa lat 80-tych ubiegłego wieku – czas europesymizmu, nie sprzyjała ambitnym planom wyraźnego przyspieszenia integracji, poprzez wprowadzenie wspólnego pieniądza. Stanowisko przeciwników i zwolenników wspólnej waluty w Unii można scharakteryzować następująco: przeciwnicy twierdzili, iż warunkiem wprowadzenia wspólnego pieniądza jest wcześniejsze ujednoczenie legislacji narodowych w sferze finansów, z kolei zwolennicy wprowadzenia wspólnej waluty twierdzili, że szybkie wprowadzenie unii walutowej wymusi niezbędne przemiany, bez których harmonizacja może potrwać jeszcze wiele lat.

### ZWOLENNICY I PRZECIWNICY WSPÓLNEJ WALUTY

Zwolennikami wspólnej waluty byli jedynie politycy francuscy, poczynając od ministra finansów (późniejszego prezydenta w połowie lat 70-tych) Valerego Giscard d'Estaing, poprzez profesora ekonomii, późniejszego premiera Raymond Barre'a oraz autora decyzji o przyjęciu strategii wprowadzania wspólnej waluty prezydenta François Mitterranda, z której to nie wycofał się jego następca prezydent Jacques Chirac. Bardzo sprawna realizacja strategii wprowadzania euro to dzieło innego Francuza, ówczesnego Przewodniczącego Komisji Europejskiej Jacques Delors, wspieranego przez ówczesnego francuskiego ministra skarbu Jean Claude Trichet, późniejszego prezesa Banku Francji a obecnie prezesa Europejskiego Banku Centralnego we Frankfurcie nad Menem.

Przeciwko wspólnej walucie byli przede wszystkim Niemcy i Brytyjczycy aczkolwiek z różnych przyczyn. W przy-

padku Wielkiej Brytanii powód był jak zwykle ten sam czyli wynikająca z euro sceptycyzmu niechęć do dalszego pogłębiania integracji a tym niewątpliwie byłaby wspólna waluta. Przywódcy brytyjscy robili więc wszystko, aby przynajmniej opóźnić jej wprowadzenie.

W przypadku RFN przyczyna była bardziej pragmatyczna i wymierna. Po pierwsze, Niemcom trudno było rozstać się z marką niemiecką: ich dumą narodową i symbolem powojennego sukcesu gospodarczego Niemiec. Po drugie, Niemcy nie wierzyli, iż inne państwa członkowskie będą w stanie zachować niezbędną dyscyplinę w zakresie wydatków publicznych, *conditio sine qua non* wprowadzenia wspólnej waluty. Przeciwnikami koncepcji byli nie tylko, Bundesbank i inne banki, ale również media, a tym samym opinia publiczna. Kanclerz Helmut Kohl dokonał niezwyklej sztuki przekonując ostatecznie Niemców, iż wprowadzenie wspólnej waluty będzie korzystne dla Niemiec. Pomogły mu w tym „okrągły stół” w Polsce, zwycięstwo Solidarności w pierwszych, częściowo wolnych, powojennych wyborach parlamentarnych w Europie Środkowej i bezpośrednia tego konsekwencja, czyli upadek Muru Berlińskiego. W konsekwencji zjednoczenie Niemiec, po 40-letnim podziale, stawało się możliwe. Warunkiem zjednoczenia, które implikowało, że Niemcy staną się najsilniejszym demograficznie i gospodarczo państwem w Europie, było silne i nieodwracalne zakotwiczenie w Europie, mówiąc obrazowo w „serdecznie żelaznych objęciach Europy”, a to wymagało zgody na wspólną walutę. Zrozumieli to nie tylko Niemcy, ale również inne państwa członkowskie niechętnie, lub mówiąc ogólniej, niezbyt entuzjastycznie nastawione wobec wspólnej waluty.

### WPROWADZENIE EURO

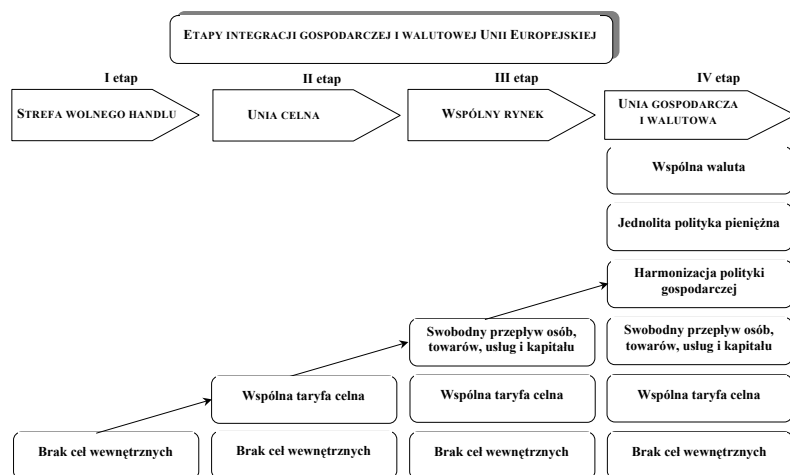
Z wielu powodów przełomowym okazał się rok 1995. 1 stycznia tego roku Unia poszerzyła się o Austrię, Szwecję i Finlandię, tego samego dnia rozpoczęła pracę Komisja Europejska w nowym, powiększonym do 20 członków, składzie pod nowym kierownictwem Luksemburczyka Jacques Santera. W tym okresie prezydent Unii objęła Francja. W tym samym roku miała miejsce kampania prezydencka we Francji, którą wygrał Jacques Chirac – jak się szybko okazało zdecydowany zwolennik wspólnego pieniądza. Wszystkie te wydarzenia wniosły spory element niepewności, co do harmonogramu zatwierdzonego w Traktacie z Maastricht, tym bardziej, że w 1995 roku wkraczano w – decydujący dla całego przedsięwzięcia – drugi etap budowy unii gospodarczo-walutowej<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Najważniejsze założenia trzech etapów dochodzenia do Unii Gospodarczo-Walutowej:

Etap I  
1 lipca 1990 – 31 grudnia 1993

<sup>1</sup> Plan sporządzony przez premiera Luksemburga P. Wernera w sprawie dochodzenia do etapu unii gospodarczo-walutowej do końca lat 70-tych był opracowany i przyjęty już w 1970 roku. Paryski szczyt w październiku 1972 r. ponowił zobowiązanie do przyjęcia wspólnej waluty do końca dekady lat 70. por. T. Kołodziej „Logika pogłębiania integracji europejskiej”, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1/2008, s. 131.





Przedstawicielstwo Komisji Europejskiej w Polsce

Dużą rolę odegrało spotkanie na szczycie w Cannes w czerwcu 1995 roku. Przywódcy europejscy potwierdzili dzień 1 stycznia 1999 roku jako nieprzekraczalną datę rozpoczęcia trzeciego etapu budowy Unii Gospodarczo-Walutowej. Kolejnym ważnym krokiem na tej drodze były postanowienia ministrów finansów, zebranych na posiedzeniu Rady UE w Walencji we wrześniu tego samego roku, iż członkostwo w Unii Walutowej będzie zależało od rzeczywiście osiągniętych wyników ekonomiczno-finansowych w 1997 roku, jako roku referencji spełnienia kryteriów z Maastricht<sup>3</sup>, a nie od zapewnienia, co do ich osiągnięcia

- Pełna liberalizacja obrotu kapitałowego między państwami członkowskimi EWG i wzmocnienie koordynacji polityki gospodarczej państw członkowskich.

#### Etap II

1 stycznia 1994 – 31 grudnia 1998

- 1 stycznia 1994 roku – rozpoczęcie działalności Europejskiego Instytutu Walutowego (EMI) we Frankfurcie, stanowiącego załączek Europejskiego Banku Centralnego – EBC.
- Przyjęcie ustawodawstwa niezbędnego do wprowadzenia euro, a w szczególności całkowite uniezależnienie od rządów banków centralnych w ich działaniach statutowych, wprowadzenie zakazu zaciągania pożyczek przez rządy w bankach centralnych na finansowanie deficytów budżetowych, zniesienie uprzywilejowanego dostępu sektora publicznego do instytucji finansowych.
- Nadanie wspólnej walucie nazwy „euro” oraz ustalenie, że 1 euro dzielić się będzie na 100 centów.
- Przygotowanie systemów finansowych do przyjęcia nowej waluty.

#### Etap III

1 stycznia 1999 – 28 lutego 2002

**pierwsza faza:** 1 stycznia 1999 – 31 grudnia 2001

- Wprowadzenie euro jako samodzielnej waluty do rozliczeń bezgotówkowych w rozliczeniach międzybankowych oraz równoległe stosowanie w rozliczeniach bezgotówkowych przedsiębiorstw i osób fizycznych walut narodowych krajów członkowskich UGW oraz euro, w zależności od preferencji.
- Stosowanie stałych, ustalonych na dzień 1 stycznia 1999 roku kursów walut narodowych krajów wchodzących w skład UGW wobec euro, do czasu ich całkowitego wyeliminowania.

**druga faza:** 1 stycznia 2002 – 28 lutego 2002

- Wprowadzenie do obiegu banknotów i monet euro oraz stopniowe wycofywanie z obiegu banknotów i monet narodowych państw członkowskich UGW.
- Realizowanie obrotu bezgotówkowego wyłącznie w euro.

3 Traktat z Maastricht określili zasady uczestnictwa państw członkowskich w UGW w postaci tzw. kryteriów zbieżności (konwergencji), które zostały zamieszczone w protokołach stanowiących integralną część Traktatu. Zgodnie z tymi kryteriami państwo, które chce zostać członkiem UGW, musi spełnić następujące warunki:

- zadłużenie publiczne nie może przekroczyć 60% PKB wyrażonego w cenach rynkowych;
- deficyt budżetu centralnego nie może być wyższy niż 3% PKB wyrażonego w cenach rynkowych;
- średnia stopa inflacji w roku poprzedzającym ocenę nie może prze-

w przyszłości. Uspokoiło to Niemców i wytrąciło im z ręki jeden z argumentów przeciw wspólnej walucie.

Równie ważny okazał się kolejny szczyt, tym razem w grudniu w Madrycie – był to czas prezydencji hiszpańskiej. Ponownie potwierdzono dzień 1 stycznia 1999 roku jako datę rozpoczęcia trzeciego etapu budowy Unii Walutowej oraz przyjęto przygotowany przez Komisję precyzyjny harmonogram działań do 1 lipca 2002 roku. Ustalono, że wspólna waluta będzie nazywać się euro. Zważywszy, iż postanowienia Szczytu były precyzyjne i stanowcze, oznaczało to zamknięcie fazy negocjacji i rozpoczęcie fazy realizacji zgodnie z harmonogramem.

A to oznaczało, przejście z płaszczyzny negocjacji między państwami członkowskimi na płaszczyznę narodowych działań mających na celu spełnienie kryteriów z Maastricht. W czerwcu 1996 Komisja Europejska ogłosiła oficjalnie, że warunki konwergencji spełniają zaledwie 3 kraje Irlandia, Dania i Luksemburg, dla reszty krajów podstawowym problemem był zbyt wysoki deficyt budżetowy. Oznaczało to konieczność zaciśnięcia pasa i prowadzenie restrykcyjnej polityki wydatków budżetowych, czyli cięć. Wywołało to powszechne protesty społeczeństw państw członkowskich, szczególnie żywe w Niemczech, czyli kraju, który i bez tego był niechętny wspólnej walucie. Najgorsza była sytuacja Włoch, lecz tu rząd Romano Prodi uzyskał przyzwolenie społeczne na naprawę finansów publicznych; ostatecznie sanacja finansów publicznych zakończyła się sukcesem.

Obrađująca w Luksemburgu w grudniu 1997 roku Rada Europejska zdecydowała, że wynegocjowane wcześniej kursy wymienne walut narodowych na euro, zostaną podane do publicznej wiadomości podczas kolejnej, kwalifikującej do uczestnictwa w Unii Gospodarczo-Walutowej, Rady Europejskiej w maju 1998 roku. Pierwsze półrocze 1998 roku, kluczowe dla trzeciego etapu budowy Unii Gospodarczo-Walutowej, to okres prezydencji brytyjskiej, która w negocjacjach poprzedzających Traktat z Maastricht zastrzegła sobie swobodę w podjęciu decyzji o przystąpieniu lub nie do trzeciego etapu wprowadzania wspólnej waluty (opt-out).

Podstawą podjęcia decyzji o zakwalifikowaniu do trzeciego etapu budowy Unii Gospodarczo-Walutowej, a tym samym przyjęcia wspólnej waluty, był raport Komisji opublikowany w marcu 1998 roku skierowany do Rady Unii Europejskiej, składającej się z ministrów finansów (Ecofin). Komisja stwierdziła, że 14 krajów (wyjątkiem była Grecja) wypełniło kryteria z Maastricht, co upoważniało je do zakwalifikowania się do trzeciego etapu budowy Unii Gospodarczo-Walutowej.

Z wyjątkiem Grecji, która nie wypełniła żadnego kryterium, reszta państw spełniła 3 kryteria konwergencji; kryterium skumulowanego zadłużenia okazało się dla większości państw dużą przeszkodą. Spełniło je zaledwie 4 państwa.

kroczyć więcej niż 1,5% punktu procentowego średniej arytmetycznej wskaźników inflacji trzech państw członkowskich, mających najbardziej stabilne ceny;

- średnia nominalna długoterminowa stopa procentowa nie może być wyższa niż o 2 punkty procentowe od średniej arytmetycznej stóp procentowych trzech państw członkowskich o najniższym poziomie inflacji;
- państwo członkowskie przestrzega granic wahań kursów walutowych ustalonych w ramach Europejskiego Systemu Walutowego, co najmniej przez dwa lata i nie przeprowadza dewaluacji swojej waluty względem walut innych państw członkowskich.

Uznano jednak, że obsługa zadłużenia (obsługa długu z zasobów własnych kraju oraz poprawny portfel zobowiązań) rokuje nadzieję polepszenia sytuacji.

**Tabela 1.** Spełnienie kryteriów konwergencji w 1977 roku – roku referencji

	Stopa inflacji	Deficyt budżetowy (w% PKB)	Zadłużenie (w% PKB)	Długookresowa stopa procentowa
Wartość referencji	2,7% (1,2% + 1,5%)	-3%	60%	7,8% (5,8% + 2%)
Niemcy	1,5	-2,7	61,3	5,6
Francja	1,3	-3,0	58,0	5,5
Włochy	1,9	-2,7	121,6	6,7
Hiszpania	1,9	-2,6	68,3	6,3
Holandia	1,9	-1,4	72,1	5,5
Belgia	1,5	-2,1	122,2	5,7
Austria	1,2	-2,5	66,1	5,6
Finlandia	1,2	-0,9	55,8	5,9
Irlandia	1,2	0,9	67,0	6,2
Luksemburg	1,4	1,7	6,7	5,6
Portugalia	1,9	-2,5	62,0	6,2
W. Brytania	1,8	-1,9	53,4	7,0
Szwecja	1,9	-0,8	76,6	6,5
Dania	2,0	0,7	64,1	5,6
Grecja	5,4	-4,0	108,7	9,8

Źródło K. von Wogau „Społeczna gospodarka rynkowa. Model dla Europy” Wyd. Wokół nas, Gliwice 2004, s. 47.

Raport Komisji Europejskiej, poparty pozytywną opinią Ecofinu stał się podstawą decyzji Rady Europejskiej podjętej na posiedzeniu 2 maja 1998 roku w Brukseli, o zakwalifikowaniu 11 krajów do strefy Euro<sup>4</sup>. Poza tworzoną unią pozostały (oprócz Grecji) Wielka Brytania i Dania z własnego wyboru oraz Szwecja, która, mając na uwadze niechęć społeczeństwa do wspólnej waluty argumentowała, że do wstąpienia do przyjęcia euro nie jest jeszcze dostatecznie przygotowana.

Oznacza to, iż ewentualne przystąpienie W. Brytanii i Danii do strefy euro zależy wyłącznie od ich suwerennej decyzji. Natomiast Szwecja, która przystępując do Unii Europejskiej w 1995 roku, a więc po podpisaniu Traktatu z Maastricht, musiała zaakceptować całe *acquis communautaire* (w tym przy-

<sup>4</sup> Podczas tego Szczytu, z powodu wyboru pierwszego prezesa Europejskiego Banku Centralnego, miał miejsce najdłuższy obiad dyplomatyczny w dziejach Unii. Na stanowisko prezesa zgłoszono wówczas dwóch kandydatów: Holendra Wima Duisenberga (popieranego przez 14 rządów i prezesów Banków Centralnych) oraz Jean-Claude Trichet – kandydata prezydenta Francji. Podczas obiadu Francja wyraziła veto wobec Holendra, z kolei Holandia zawetowała Francuza. Kompromisowa propozycja premiera Luksemburga, aby podzielono 8 letnią kadencję na dwa etapy (cztery lata dla Duisenberga i 4 dla Tricheta) nie mogła być przeforsowana, bowiem Traktat z Maastricht przewiduje wyłącznie 8 letnią kadencję. Negocjacje w tej sprawie trwały do godziny 3 rano. Osiągnięty kompromis przewidywał, że W. Duisenberg złoży oświadczenie, iż ze względu na swój wiek nie będzie sprawował funkcji przez całą kadencję; zastrzegł sobie jednak, że sam określi czas swej dymisji. Ostatecznie w jednym ze swych oświadczeń, stwierdził, że na stanowisku prezesa pragnie pozostać, co najmniej 4 lata, lecz nie dłużej niż osiem. K. von Wogau „Społeczna gospodarka rynkowa. Model dla Europy”, Wyd. Wokół nas, Gliwice, 2000, s. 37.

jęcie wspólnej waluty) jest zobligowana euro przyjąć. Nie mniej jednak datę przyjęcia może określić sama.

W trakcie obrad tego Szczytu, ustalono, że kursy walut zostaną usztywnione od 1 stycznia 1999 roku na poziomie bilateralnych kursów centralnych występujących w ramach europejskiego systemu walutowego. Uzgodnione kursy zostały opublikowane w Dzienniku Urzędowym UE 31 grudnia 1998 roku o godzinie 18.00 [2].

Przez trzyletni okres trzeciego etapu, w latach 1999-2001 euro miało obowiązywać w obrocie bezgotówkowym. Od 1 stycznia 2002 euro wprowadzono do obrotu gotówkowego poprzez wymianę walut narodowych na wspólny pieniądź. Operacja sprawnie przeprowadzona zakończyła się 28 lutego 2002 roku. W tym dniu osiągnięto czwarty, więc najwyższy, etap integracji gospodarczej. Oznacza to, że na płaszczyźnie integracji gospodarczej osiągnięto praktycznie wszystko (z małymi wyjątkami), co można było osiągnąć, czyli unię gospodarczo-walutową. Pozostał ostateczny teoretyczny cel integracji, czyli unia polityczna.

**Tabela 2.** Kurs euro 01.01.1999

1 Euro
1,95583 marki niemieckiej
40,3399 franków belgijskich
166,386 peset hiszpańskich
6,5595 franków francuskich
0,7875 funta irlandzkiego
1936,27 lirów włoskich
40,3399 franków luksemburskich
2,2037 guldenów holenderskich
13,7603 szylingów austriackich
200,482 escudos portugalskich
5,9457 marek fińskich

Źródło: jak w tabeli 1, s. 48.

## LITERATURA

- [1] Kołodziej T.: Logika pogłębiania integracji europejskiej, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczoego 1/2008.
- [2] Popowicz K.: Historia integracji europejskiej, SGH, Warszawa 2006, s. 229.
- [3] Von Wogau K.: Społeczna gospodarka rynkowa, Model dla Europy, Wyd. Wokół nas, Gliwice 2004.

## THE LOGIC OF EUROPEAN INTEGRATION DEEPENING THE INTRODUCTION OF EURO

### SUMMARY

*The paper is continuation of the new series of articles on the motifs to intensify the European Integration Process by the introduction of common currency.*

# 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 dyskietkę 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), tytuł książki, miejsce wydania, wydawcę, rok wydania,
  - dla czasopism: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), tytuł artykułu, tytuł czasopisma, rok wydania, numer zeszytu, numery stron.
- ▶ Tabele (każda na oddzielnej stronie), ponumerowane kolejno cyframi arabskimi powinny być zaopatrzone w tytuł.
- ▶ 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, powinny oprócz kolejnego numeru podawać tytuł rysunku wraz z legendą zawierającą wyodrębnione odnośnikami jego części.
- ▶ Artykuły o istotnych wartościach problemowych powinny być recenzowane przez samodzielnych pracowników naukowych – specjalistów z dziedziny przetwórstwa spożywczego lub ekonomii i jako takie zaopatrzone zostaną w znak graficzny (®) umieszczony przy tytule. Recenzję taką należy dołączyć do artykułu.
- ▶ O przyjęciu artykułu do druku decyduje kolegium redakcyjne, w oparciu o przygotowaną jego recenzję. Jeżeli w jej 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:

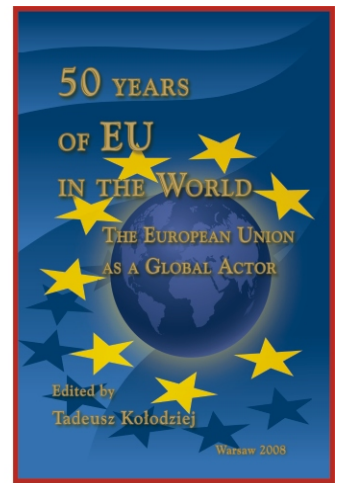
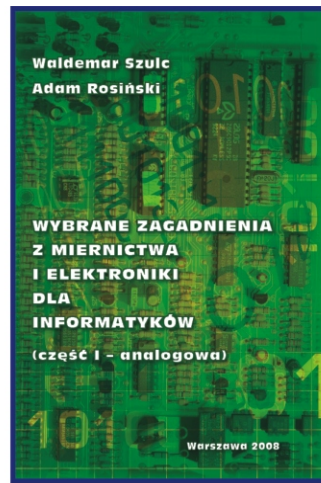
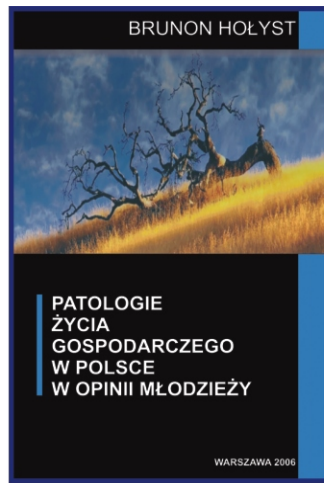
WYŻSZA SZKOŁA MENEDŻERSKA  
Redakcja czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”  
ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

### Wskazówki techniczne dla autorów od redaktora technicznego

- ▶ Prace przekazujemy na dyskietkach lub 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, lub zapisujemy w tej wersji.
- ▶ **TABELE** – j.w.
- ▶ **WYKRESY** – w programie MS Excel (jest możliwość zmian i redagowania), albo jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę i wygląd).
- ▶ **RYSUNKI** – w programie COREL DRAW 9.0 z rozszerzeniem **cdr** (jest możliwość zmian i redagowania), albo jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę i wygląd).
- ▶ **ZDJĘCIA** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** – z rozdzielczością 300 dpi (nie ma możliwości redagowania – muszą być profesjonalnie zeskanowane).

Z wyrazami szacunku

Redaktor techniczny



Prezentując nowości i wznowienia, Oficyna Wydawnicza

WSM poleca dziś poniższą publikację:

*Prace naukowe pod redakcją*

**Stanisława Dawidziuka**

Encyklopedia PWN definiuje kształcenie jako „ogół czynności i procesów umożliwiających ludziom poznanie przyrody, społeczeństwa i kultury, a zarazem uczestnictwo w ich przekształceniu, jak również możliwie wszechstronny rozwój własnej sprawności fizycznej i umysłowej, zainteresowań i zdolności. Proces kształcenia opiera się na nauczaniu i uczeniu, zakłada uczestnictwo w nim osób nauczających i uczących się”.

Prace naukowe pod redakcją  
Stanisława Dawidziuka

JAKOŚĆ KSZTAŁCENIA  
W SZKOLNICTWIE WYŻSZYM  
ROZWÓJ INNOWACJI  
W GOSPODARCE  
SYSTEMY PODATKOWE  
(wybrane zagadnienia)

Warszawa 2009

Najważniejszym zadaniem strategii rozwoju Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie jest ukazanie sposobu myślenia o Uczelni, jej roli, zadaniach i sposobie funkcjonowania, wynikających z misji. Podkreślić należy, iż nie chodzi o określenie ograniczających ram, ale raczej płaszczyzny porozumienia, która dla wszystkich osób (działających w różnych jej obszarach) stanowić ma wyraźny – i zarazem inspirujący – układ odniesienia.

Misja Uczelni jest propozycją ukazania sposobu, w jaki chce funkcjonować w świecie i realizować się jako dojrzała społeczność w zmieniającej

się sytuacji społeczno-ekonomicznej i politycznej.

Misja Uczelni, akcentując szeroko rozumianą edukację oraz jej wdrożenie, ma skłaniać do poszukiwania narzędzi coraz pełniejszej jej realizacji: poprzez rozwijanie narzędzi używanych dotychczas oraz poszukiwanie nowych. Tym samym misja wykracza poza powszechnie rozumiane funkcje Uczelni. Konsekwentnie podejmuje to Statut Uczelni wskazując również na inne rodzaje działalności, ważne dla aktualnej sytuacji i poprawiania potencjału środowisk, w których działamy.

