

ISSN 0867-793X

# POSTĘPY TECHNIKI

## przetwórstwa spożywczego

1

2008



**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



## ZAŁOŻYCIEL

### REKTOR HONOROWY WSM

Prof. dr Stanisław Dawidziuk

w 2005 r. jako jedyny naukowiec z Polski, otrzymał w Oxfordzie złoty medal z szarfą „Zjednoczona Europa” w dowód osobistych zasług w propagowaniu integracji europejskiej. W tym samym czasie Business Centre Club – Związek Pracodawców – wręczył Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie „Medal Europejski”.



Kampus III Tysiąclecia

## Oferta edukacyjna 2008/2009

### Kształcimy na kierunkach:

#### 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

### Wkrótce także:

- Socjologia
- Logistyka
- Bezpieczeństwo Narodowe
- Dziennikarstwo i Media Społeczne
- Psychologia
- Pielęgniarstwo

## REKRUTACJA

**0-22 59 00 730** [rekrutacja@kaweczynska.pl](mailto:rekrutacja@kaweczynska.pl)

Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie jest jedną z najstarszych niepublicznych uczelni w Polsce, o ugruntowanym prawnie i trwałym miejscu w systemie edukacyjnym. W ciągu 12 lat działalności wykształciła ponad 17 000 absolwentów. Uczelnia ma liczne grono doświadczonych profesorów oraz kreatywną kadrę wykładowców. Dysponuje też europejskiej klasy nowoczesnymi obiektami dydaktycznymi, socjalnymi i sportowymi oraz Domem Studenta.

Tom 18/32

PL ISSN  
0867-793x

4 pkt  
na liście  
rankingowej  
czasopism  
punktowanych

# POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

Nr 1/2008

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. 143



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 2008/2009 .....	5
<i>EDUCATION OFFER OF WSM 2008/2009</i>	

### INŻYNIERIA ŻYWNOŚCI

#### FOOD ENGINEERING

<b>1. Pękosławska A., Lenart A.:</b>	
Wpływ powlekania na przebieg odwadniania osmotycznego dyni.....	9
<i>Effect of coatings on course of osmotic dehydration of pumpkin.</i>	
<b>2. Szwedziak K., Rut J.:</b>	
Ocena zanieczyszczeń ziarna kukurydzy za pomocą komputerowej analizy obrazu.....	14
<i>Assessment of pollutants of the grain corn with the help of computer analysis of the image.</i>	
<b>3. Rząca M., Witrowa- Rajchert D.:</b>	
Zmiany barwy suszu jabłkowego uzyskanego przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego.....	16
<i>Colour changes of infrared dried apples slices.</i>	
<b>4. Dowgiallo A., Dutkiewicz D.:</b>	
Badania modeli urządzeń do oddzielenia nerek od odpadów kostnych po filetowaniu ryb.....	20
<i>Laboratory tests of model devices to remove kidney from fish spin after filleting.</i>	
<b>5. Pałacha Zb., Szulakowski A.:</b>	
Wpływ zawartości wody na przemiany fazowe mieszaniny sacharozy z pektyną.....	25
<i>Effect of water content on the phase transitions of sucrose mixture with low methoxyl pectin.</i>	
<b>6. Hallmann E., Sikora M., Rembialkowska E.:</b>	
Porównanie zawartości związków przeciwutleniających w owocach papryki świeżej i mrożonej pochodzącej z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.....	30
<i>The comparison of the content of antioxidants in fresh and frozen pepper from organic and conventional production.</i>	
<b>7. Janowicz M.:</b>	
Dyfuzyjność suszonej tkanki jabłek wstępnie modyfikowanej w procesie odwadniania w zmiennych warunkach ciśnienia.....	34
<i>Diffusivity of the osmotically dehydrated tissue of dried apples modified pre- treated in changens pressure condition.</i>	
<b>8. Mieszkalski L., Sołoduha H.K.:</b>	
Metody modelowania zbioru brył nasion.....	39
<i>Modeling methods of sets of the solids seeds.</i>	
<b>9. Kowalczyk R., Netter J.:</b>	
Nowe spojrzenie na zużycie czynników energetycznych w zakładzie przemysłu spożywczego.....	45
<i>A new look at the energetic factors consumption in food industry.</i>	

### ARTYKUŁY PRZEGLĄDOWE

#### REVIEW ARTICLES

<b>10. Jędrzejczyk H., Hoffmann M.:</b>	
Tendencje w produkcji wyrobów piekarniczych o podwyższonej wartości odżywczej.....	48
<i>Trends in manufacturing of bakery goods with increased nutritional value.</i>	
<b>11. Diakun J., Seńcio M.:</b>	
Przegląd konstrukcyjno-funkcjonalny masownic do mięsa.	
<i>Construction- functional overview of the meat tumbling machines.</i>	
Część I. Masownice bębnowe i mieszadłowe.....	55
<i>Part I. Drum and agitator meat tumbling machines.</i>	
<b>12. Samborska K.:</b>	
Suszenie rozpyłowe w przemyśle spożywczym.....	63
<i>Spray drying in food industry.</i>	
<b>13. Kwiatkowska- Sienkiewicz K.:</b>	
Problemy związane z kontenerowym transportem ziarna kakaowego.....	70
<i>Problems of containerized cocoa transport.</i>	
<b>14. Tarnowska K., Gruczyńska E., Kowalski B.:</b>	
Immobilizacja kowalencyjna lipaz.....	72
<i>Covalent immobilization of lipases.</i>	
<b>15. Berthold A., Pluta A., Dolińska M.:</b>	
Sery dojrzewające jako środowisko rozwoju patogenów.....	79
<i>Ripened cheeses as pathogens growth environment.</i>	

<b>16. Kaleta A., Górnicki K.:</b>	
Bezpieczne przechowywanie ziarna – analiza nakładów energetycznych.....	85
<i>Safe grain storage-analysis of energy consumption.</i>	
<b>17. Wojdalski J., Drózd B.:</b>	
Ekoefektywność przemysłu mleczarskiego.....	89
<i>Eco-efficiency of dairy processing industry.</i>	

### PROBLEMATYKA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWA AGRO FOOD PROBLEMS

<b>18. Boguski J.:</b>	
Sektorowe systemy innowacyjne szansą rozwoju przetwórstwa spożywczego w Polsce.....	93
<i>Sectoral systems of innovation as a chance of food processing in development in Poland.</i>	
<b>19. Gruchelski M., Niemczyk J.:</b>	
Mity i realia proponowanych zmian wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej po 2013 roku.....	98
<i>The proposed European Union common agricultural policy changes after 2013 year- realities or „ wishful thinking”.</i>	

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

<b>20. Bitkowska A., Piątkowski Zdz., Żebrowski W.:</b>	
Controlling procesów biznesowych.....	103
<i>Controlling the business processes.</i>	
<b>21. Winiczenko R.:</b>	
Algorytmy genetyczne i ich zastosowania .....	107
<i>Genetic algorithms and their applications.</i>	
<b>22. Białoń L., Janczewska D.:</b>	
Wiedzochność procesów innowacyjnych w przemyśle polskim w latach 1997-2004.....	111
<i>The knowledge intensity of innovative process of polish industry on years 1997-2004.</i>	
<b>23. Lewandowski M.:</b>	
Fraktalne ujęcie funkcji zarządzania.....	117
<i>Fractal formulation of management function.</i>	
<b>24. Mazur K.P.:</b>	
Optymalizacja procesu produkcyjnego.....	123
<i>Optimization of productive process.</i>	

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

<b>25. Kołodziej T.:</b>	
Logika pogłębiania integracji europejskiej.....	127
<i>The logic of european integration deepening.</i>	

#### W następnych numerach:

Właściwości fizyczne żywności, metody pomiaru stanu wody w żywności, antyoksydanty czarnych porzeczek a profilaktyka zdrowia, mechanizacja obróbki ryb słodkowodnych, nanomateriały i nanotechnologie, karotenoidy w suszach marchwiowych, związki biologiczne czynne w owocach porzeczki czarnej, zastosowanie hydrokoloidów w produkcji serów, cyklodekstryny w przemyśle spożywczym, wirusy w żywności, zamienniki białka zwierzęcego, substancje wzmacniające smak, analiza porównawcza przechowywanego ziarna w magazynach zbóż, system identyfikowalności w przemyśle spożywczym, immobilizacja fizyczna lipaz, walory miodu, nowalijki tak – czy nie?, znaczenie żywieniowe bioflawonoidów, nowe asortymenty olejów tłoczonych na zimno, regionalne systemy innowacyjne, eksploatacja i recykling, światowy kongres rolników, logistyka globalna, administracja skarbowa, problemy nowej ekonomii.

#### 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  
dr hab. inż. Henryk Komsta, prof. Pol. Lubelskiej  
prof. dr hab. inż. Leszek Mieszkalski  
prof. dr hab. inż. Marek Opielak  
dr hab. inż. Zbigniew Pałacha  
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wituszyński

## Drodzy Czytelnicy...

To już trzydziesty drugi numer czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” i siedemnasty rok obecności na rynku krajowych wydawnictw periodycznych, promujących postęp w dziedzinie techniki przetwórstwa spożywczego oraz osiągnięcia w naukach ekonomicznych. W minionym okresie opublikowaliśmy ponad 400 artykułów recenzowanych.

Żywność wysokiej jakości produkowana w oparciu o nowoczesne i efektywne metody jej wytwarzania pod względem inżynierskim (aparatura, sprzęt, maszyny, urządzenia), ekonomicznym, organizacyjnym i marketingowym – jest naszym wspólnym i najważniejszym celem.

Doceniając Państwa zainteresowania mam nadzieję, że zamieszczone artykuły w niniejszym numerze czasopisma przybliżą kierunki prac badawczo-rozwojowych oraz wdrożeniowych, prowadzonych przez wiodące zespoły naukowo-badawcze w kraju.

W pierwszym artykule pracownicy naukowcy Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie prezentują możliwość przedłużania trwałości dyni, cieszącej się coraz większym zainteresowaniem wśród konsumentów poprzez powlekanie jej powierzchni.

O możliwości oceny zanieczyszczeń ziarna kukurydzy za pomocą komputerowej analizy obrazu przeczytają Państwo w artykule autorstwa zespołu badawczego Politechniki Opolskiej.

Zespół badawczy SGGW w kolejnym artykule przybliży możliwość zmiany barwy suszu jabłkowego przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego.

Wyniki badań skuteczności sposobów i modeli urządzeń do oddzielania nerek od kostnych odpadów po filetowaniu ryb prezentują profesorowie Politechniki Koszalińskiej oraz Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni.

Wpływ zawartości wody na przemiany fazowe mieszaniny sacharozy z pektyną – to tytuł artykułu zespołu badawczego Katedry Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW w Warszawie.

Badania przeprowadzone na papryce wskazują, że żywność ekologiczna jest zasobniejsza w beta-karoten, luteinę oraz witaminę C w porównaniu do żywności konwencjonalnej – to konkluzja prac zespołu badawczego Zakładu Żywności Ekologicznej SGGW w Warszawie.

Badania mające na celu wyjaśnienie wpływu ciśnienia stosowanego podczas obróbki wstępnej na przebieg procesu suszenia konwekcyjnego jabłek, prezentuje w artykule kolejny zespół badawczy Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie.

Zagadnieniu modelowania zbioru brył nasion na przykładzie nasion fasoli poświęcony jest artykuł zespołu autorskiego Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego w Olsztynie.

Możliwe jest zmniejszenie zużycia węgla kamiennego o 40 % w kotłowniach zakładów przemysłu spożywczego, to efekt badań pracowników Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie.

Celem kolejnego artykułu zespołu analityczno-badawczego Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW jest upowszechnienie wiedzy żywieniowej, będącej potwierdzeniem realizowanego postępu techniczno-technologicznego w zakresie aktualnych tendencji w produkcji wyrobów piekarniczych o podwyższonej wartości odżywczej.

Przeglądowi konstrukcyjno-funkcjonalnemu masownic do mięsa poświęcony jest artykuł zespołu naukowego Katedry Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych Politechniki Koszalińskiej.

O aktualnych i najnowszych kierunkach rozwoju procesu suszenia rozpyłowego w przemyśle spożywczym przeczytają Państwo w artykule autorstwa dr Katarzyny Samborskiej z Katedry Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW w Warszawie.

Problemy związane z kontenerowym transportem ziarna kakaowego możemy prześledzić w artykule Pani Profesor z Akademii Morskiej w Gdyni.

Możliwości wykorzystania lipaz w procesach biotechnologicznych przemysłu spożywczego przybliży artykuł zespołu naukowego pracowników SGGW w Warszawie.

Serdecznie polecam Państwa uwadze także kolejny ciekawy artykuł przeglądowy o serach dojrzewających zespołu autorskiego Wydziału Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie.

Energooszczędność podczas przechowywania ziarna oraz efektywność przemysłu mleczarskiego- to zagadnienia prezentowane przez kolejne zespoły naukowe Wydziału Inżynierii Produkcji SGGW.

Problematykę rolno- żywnościową w czasopiśmie przybliżają zespoły autorskie Wyższej Szkoły Menedżerskiej oraz Instytutu Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur w Warszawie.

Controlling procesów biznesowych, wzdochłonność procesów innowacyjnych, fraktalne ujęcie funkcji zarządzania, optymalizacja procesu produkcyjnego – to tematy kolejnych artykułów pracowników WSM, Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania, Politechniki Warszawskiej.

Zagadnienia integracji europejskiej kontynuowane są w kolejnym artykule – profesora WSM.

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

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



# Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

**Warsaw Management Academy**

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa  
tel. 0 22 59 00 730; [rekrutacja@kaweczynska.pl](mailto:rekrutacja@kaweczynska.pl)

## OFERTA EDUKACYJNA 2008/2009

**Tu możesz studiować  
tanio!**

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 absolwencie, 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

#### SPECJALNOŚĆ:

- ✓ Inżynieria obsługi produkcji;

#### 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 publicznego,
- ✓ Administracja dyplomatyczno-konsularna,

- ✓ Administracja europejska,
- ✓ 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,
- ✓ Zarządzanie gospodarcze informatyki,
- ✓ Programowanie,
- ✓ Bezpieczeństwo obiektów i informacji,
- ✓ Przetwarzanie obrazów i 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,
- ✓ Bliskowschodnia,
- ✓ Dalekowschodnia,
- ✓ Afrykańska.

### 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

#### 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

#### 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 – komunikacja społeczna,
- ✓ Dyplomacja,
- ✓ Administracja państwowa i samorządowa.

#### 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 dziennym i zaocznym.

**Specjalności:** marketing, rachunkowość i controlling; zarządzanie w bankowości i finansach; zarządzanie w samorządzie terytorialnym, 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

## Centrum Kształcenia Ustawicznego WSM

prowadzi Studia podyplomowe w zakresie

- Ochrona informacji niejawnych i administrowanie bezpieczeństwem informacji
  - Zarządzanie organizacjami ochrony zdrowia
- Zarządzanie kapitałem ludzkim w świetle standardów europejskich
  - Handel zagraniczny
  - Menedżerskie studia podyplomowe
    - Studium podyplomowe BHP

Dodatkowe informacje na [www.kaweczynska.pl](http://www.kaweczynska.pl) oraz tel. (22) 59 00 765

## Rekrutacja – 0-22 59 00 730; rekrutacja@kaweczynska.pl

### *Przyjęcie na studia bez egzaminów wstępnych Decyduje kolejność zgłoszeń*

**Warunkiem przyjęcia do Wyższej Szkoły Menedżerskiej jest wniesienie wymaganej opłaty wpisowej oraz złożenie następującego kompletu dokumentów:**

- ◆ Podanie (druk WSM).
- ◆ 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 ukończenia studiów pierwszego stopnia (wymagany przy zapisie na studia drugiego stopnia).
- ◆ Zaświadczenie lekarskie stwierdzające brak przeciwwskazań do podjęcia studiów (okres ważności 6 miesięcy).
- ◆ Cztery fotografie 35x45mm (format zdjęcia jak do dowodu osobistego).
- ◆ Kserokopie 2 stron nowego dowodu osobistego (w przypadku braku inny dokument potwierdzający tożsamość i zameldowanie wraz z kserokopią).
- ◆ Kserokopie 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: 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 2008 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@mac.edu.pl

### **WSM w Ursusie**

**Adres:** ul. Plac Czerwony 1976r. 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)

Mgr inż. Agata PEKOSŁAWSKA  
Prof. dr hab. Andrzej LENART  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

## WPŁYW POWLEKANIA NA PRZEBIEG ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO DYNI®

*Ze względu na sezonowość upraw istotne jest przedłużanie trwałości dyni, która cieszy się coraz większym zainteresowaniem wśród konsumentów. Za metodę utrwalania umożliwiającą uzyskanie produktu o bardzo dobrej jakości uważane jest odwadnianie osmotyczne. Czynnikiem który ogranicza jej stosowanie jest wnikanie substancji osmotycznej do wnętrza materiału. Badano wpływ powlekania powierzchni dyni (10 % roztworem białka sojowego i 2 % roztworem pektyny niskometylowanej) na przebieg odwadniania osmotycznego tego surowca. Analizowano wpływ zastosowania powłok na kinetykę procesu oraz wybrane właściwości fizykochemiczne dyni. Uzyskane wyniki wykazały, że użyte powłoki ograniczyły wnikanie substancji osmotycznej do wnętrza materiału i zwiększyły efektywność procesu odwadniania. Zaobserwowano także trwalsze zachowanie barwy dyni w porównaniu z próbkami niepowleczonymi.*

### WPROWADZENIE

Owoce dyni są mało kaloryczne gdyż zawierają do 90% wody, natomiast ich wartość odżywcza jest dość duża. Warzywo to jest źródłem karotenoidów, które przeciwdziałają powstawaniu wolnych rodników, chronią przed skutkami miażdżycy, zaćmą, niektórymi nowotworami i zawałem serca [5]. Dostarcza również składników mineralnych - zwłaszcza fosforu, magnezu, żelaza i wapnia oraz witamin A, B1, B2, C i PP [1,2]. Charakteryzując się niską zdolnością wiązania azotanów z gleby, dynia może stanowić w żywieniu ludzi lepsze od marchwi źródło karotenów [2]. Ze względu na sezonowość upraw istotne jest przedłużanie trwałości tych warzyw.

Wzrastająca świadomość wpływu żywności na zdrowie człowieka powoduje, że poszukuje się żywności o najwyższej jakości, o właściwościach prozdrowotnych a przy tym bezpiecznej, atrakcyjnej sensorycznie i wygodnej w użyciu. Za metodę utrwalania umożliwiającą uzyskanie produktu o bardzo dobrej jakości uważane jest odwadnianie osmotyczne. W procesie tym, w przeciwieństwie do tradycyjnych metod jak suszenie czy zamrażanie, usuwanie wody następuje bez przemiany fazowej. Powoduje to lepsze zatrzymanie związków lotnych i zmniejszenie uszkodzenia tkanek [8,10]. Odwadnianie osmotyczne jest coraz częściej stosowane jako proces wstępny przed zamrażaniem, suszeniem czy liofilizacją gdyż pozytywnie wpływa na jakość produktu końcowego [3,8,12]. Czynnikiem ograniczającym stosowanie odwadniania osmotycznego jest wnikanie substancji osmotycznej do wnętrza materiału. Zjawisko to zmniejsza stopień usunięcia wody a także może powodować niepożądane zmiany wartości odżywczej produktu [4,6,7,9].

W ostatnich latach prowadzone są badania nad pokrywaniem odwadnianego surowca błonami jadalnymi. Warstwa powłoki umieszczona na powierzchni surowca stanowi dodatkową barierę dla procesu wymiany masy [6]. Pokrycie materiału błonami ogranicza wnikanie do odwadnianego surowca substancji osmotycznej umożliwiając jednocześnie usuwanie z niego wody [4,7,9]. Korzyści wynikające ze stosowania powłok to m.in.: ograniczenie utraty składników odżywczych i zmian barwy, zwiększenie stopnia odwodnienia oraz możliwość stosowania substancji osmotycznej o niższej masie cząsteczkowej [11]. Powlekanie materiału daje szansę na szersze stosowanie odwadniania osmotycznego w przetwórstwie warzyw i owoców.

**Celem pracy było zbadanie wpływu powlekania na przebieg odwadniania osmotycznego dyni. Zakres badań obejmował analizę wpływu powlekania na: wymianę masy, aktywność wody, zawartość cukrów oraz barwę surowca.**

### METODYKA BADAŃ

Do badań wykorzystano dynię odmiany Justynka F1 wyhodowaną przez zespół z Katedry Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW w Warszawie. Analizie poddano próbki w postaci kostek o wymiarach 10x10x10 mm pokryte powłoką utworzoną z 10% roztworu białka sojowego (powłoka sojowa) i 2% roztworu pektyny niskometylowanej (powłoka pektynowa) oraz kostki niepowlezione.

Przygotowanie 10% roztworu białka sojowego [13]. Do zlewki zawierającej 90 g wody destylowanej odważono 10 g izolatu białka sojowego. Po kilkunastu sekundach homogenizacji do mieszaniny dodano 5 g glicerolu. Po wymieszaniu ciecz doprowadzono do pH 10 przy użyciu 1M NaOH. Następnie zawartość zlewki ogrzewano w temperaturze 70°C przez 20 minut. Otrzymany roztwór przefiltrowano przez 8-warstwową gazę.

Przygotowanie 2% roztworu pektyny. Do zlewki zawierającej 98 g wody destylowanej odważono 2 g pektyny. Po wymieszaniu ciecz ogrzano do temperatury 70°C.

W tak przygotowanych roztworach zanurzono na 30 s próbki dyni. Dla błon zawierających pektynę konieczne było zanurzanie próbek przez 5 s w 2% roztworze CaCl<sub>2</sub> w celu zżelowania powłoki. Po wyjęciu z roztworów i odsączeniu materiał suszono w temperaturze 40°C przez 20 minut.

Odwadnianie osmotyczne prowadzono w 66,3% roztworze syropu skrobiowego (aw=0,9) w temperaturze 20°C przy stosunku masy surowca do roztworu osmotycznego 1:4. Proces realizowano w następujących czasach: 0, 30, 60, 180 i 300 minut. Po odwadnianiu kostki odsączano, przepłukiwano trzykrotnie wodą destylowaną i osuszano na bibule filtracyjnej.

Oznaczano ubytek masy próbki, zawartość suchej substancji i aktywność wody. Badano również zawartość cukrów oraz mierzono barwę. Zawartość suchej substancji wyznaczano metodą suszarkową w suszarce komorowej (60-70°C, 24h). Aktywność wody oznaczano za pomocą aparatu AQUALAB CX-2. Do oznaczenia zawartości cukrów bezpośrednio redukujących i cukrów ogółem posłużono się metodą

kolorymetryczną z wykorzystaniem kwasu 3,5-dinitrosalicylowego [14]. Pomiaru barwy dokonano przy użyciu chromatometru MINOLTY serii CR-3000 w układzie barw  $L^*a^*b^*$ .

W celu opisu procesów technologicznych obliczano następujące wskaźniki:

**Ubytek masy,  $Mu$  [%]:**

$$Mu = \frac{(m_o - m_\tau)}{m_o} \cdot 100$$

gdzie:  $m_o$  – początkowa masa próbki [g];

$m_\tau$  – masa próbki po czasie  $\tau$  [g];

**Zawartość wody,  $Wz$  [g  $H_2O$  / g s.s.]:**

$$Wz = \frac{(100 - ss_\tau)}{ss_\tau}$$

gdzie:  $ss_\tau$  – zawartość suchej substancji po czasie  $\tau$  [%];

**Ubytek wody,  $Wu$  [g  $H_2O$  / g p.s.s.]:**

$$Wu = \frac{m_o \cdot (100 - ss_o) - m_\tau \cdot (100 - ss_\tau)}{m_o \cdot ss_o}$$

gdzie:  $ss_o$  – początkowa zawartość suchej substancji [%];

**Przyrost suchej substancji,  $Sp$  [g s.s. / g p.s.s.]:**

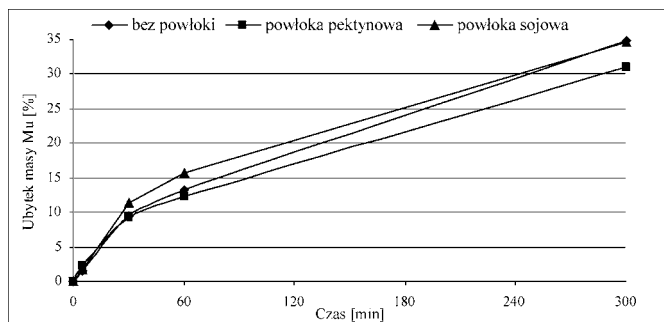
$$Sp = \frac{m_\tau \cdot ss_\tau - m_o \cdot ss_o}{m_o \cdot ss_o}$$

**Współczynnik efektywności odwadniania,  $Wu/Sp$ .**

Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu testu istotności t-Studenta dla porównania średnich. Wnioskowanie prowadzono na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

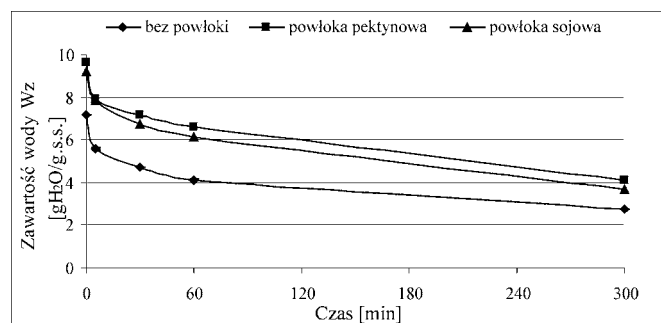
W czasie odwadniania osmotycznego w całym zakresie czasu procesu nastąpił systematyczny ubytek masy z dyni. Zastosowanie powłoki sojowej spowodowało istotnie statystycznie większe a powłoki pektynowej mniejsze ubytki masy w porównaniu z próbkami niepowleczonymi (Rys.1). Po upływie 60 minut ubytek masy z dyni niepowleczonej wyniósł 13,3% a z próbek pokrytych błoną pektynową 12,3% zaś błoną sojową 15,7%. Na skutek wydłużenia procesu do 300 minut



**Rys. 1.** Wpływ powlekania na ubytki masy ( $Mu$ ) z dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

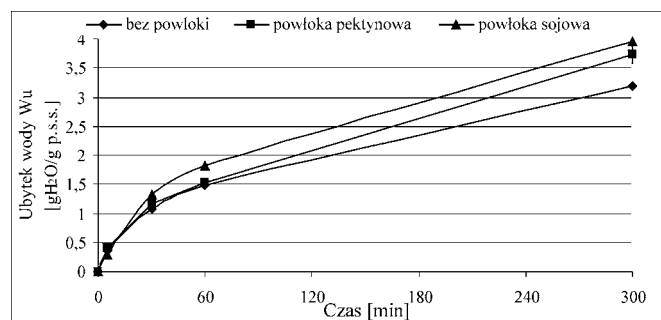
najniższy ubytek masy ok. 31% nastąpił w próbkach powleczonych błoną pektynową zaś w próbkach pokrytych błoną sojową i niepowleczonych był na zbliżonym poziomie ok. 34,7%.

W wyniku odwadniania osmotycznego nastąpiło obniżenie zawartości wody w dyni. Po 300 minutach odwadniania próbek niepowleczonych zawartość wody obniżyła się 2,6 razy, powleczonych błoną sojową 2,5 razy a błoną pektynową 2,3 razy w stosunku do początkowej zawartości wody (Rys. 2).



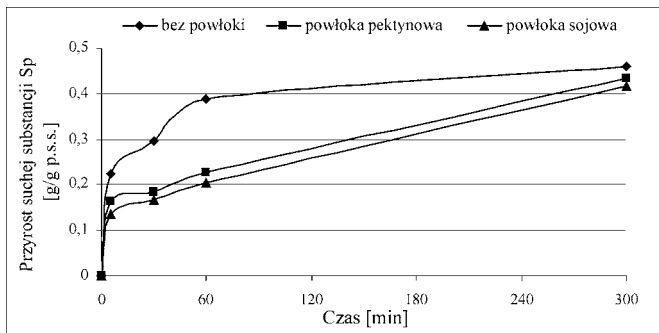
**Rys. 2.** Wpływ powlekania na zawartość wody ( $Wz$ ) w dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

Na podstawie otrzymanych zależności zaobserwowano, że zastosowanie powlekania odwadnianego materiału spowodowało istotnie statystycznie większe ubytki wody w stosunku do próbek niepowleczonych (Rys. 3). Przykładowo po 300 minutach odwadniania ubytek wody dla dyni niepowleczonej wyniósł 3,2 g  $H_2O$ /g p.s.s., a dla kostek powleczanych błoną pektynową i sojową odpowiednio 3,8 i 4,0 g  $H_2O$ /g p.s.s. Wskazuje to, że zastosowane powlekania nie zakłócało procesu usuwania wody, a nawet pozwoliło na uzyskanie większych jej ubytków.



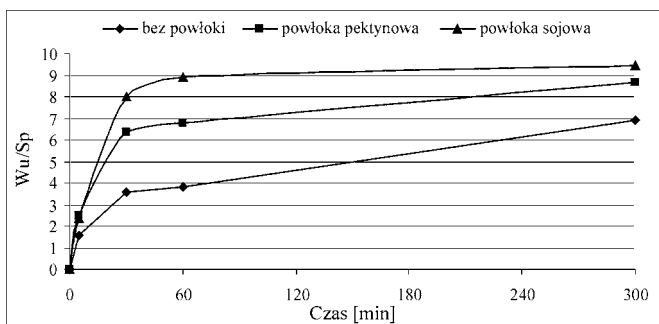
**Rys. 3.** Wpływ powlekania na ubytki wody ( $Wu$ ) z dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

Próbki pokryte błonami charakteryzowały się mniejszym przyrostem masy suchej substancji. Na początku procesu różnice te były istotnie statystycznie. Po 60 minutach przyrost masy dla próbek niepowleczonych wyniósł około 0,4 g/g p.s.s. zaś dla powleczonych około 0,2 g/g p.s.s. Natomiast po 300 minutach przyrost masy dla trzech wariantów prowadzenia procesu był zbliżony i mieścił się w zakresie 0,4 – 0,5 g/g p.s.s. (Rys. 4). Z otrzymanych danych wynika, że zastosowane powłoki stanowiły barierę przed wnikaniem syropu skrobiowego do wnętrza odwadnianego materiału szczególnie w początkowej fazie procesu.



**Rys. 4.** Wpływ powlekania na przyrost suchej substancji (Sp) w dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

Dla wszystkich badanych próbek w zakresie czasu odwadniania 0 – 300 minut proces najefektywniej przebiegał w przedziale 60 – 300 minut (Rys. 5). Po upływie 60 minut iloraz ubytku wody i przyrostu masy suchej substancji (Wu/Sp) dla próbek bez powłoki wyniósł 3,80. Zastosowanie powłoki pektynowej i sojowej wpłynęło na wzrost wartości ilorazu, który po tym czasie wyniósł odpowiednio 6,80 i 8,90. Odwadnianie osmotyczne przebiegało najefektywniej dla próbek pokrytych błoną sojową. Po 300 minutach prowadzenia procesu współczynnik efektywności odwadniania uzyskany dla dyni niepowleczonych wyniósł 6,90 a dla próbek pokrytych błoną sojową – 9,50 (Rys. 5).

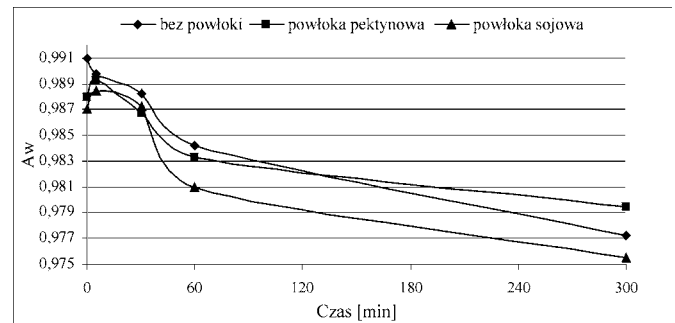


**Rys. 5.** Wpływ powlekania na iloraz ubytku wody i przyrostu suchej substancji (Wu/Sp) w dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

Powlekanie próbek dyni wpływa na przebieg odwadniania osmotycznego. Warstwa powłoki stanowi barierę dla procesu wymiany masy. Próbkę, których powierzchnia została pokryta błoną charakteryzowały się mniejszym przyrostem masy suchej substancji i znacznie większym współczynnikiem efektywności odwadniania osmotycznego w porównaniu z próbkami niepowleczonymi. Podobne wyniki uzyskali Khin i wsp., [6] odwadniając jabłka powlezione roztworem maltodekstryny oraz Lenart i Dąbrowska [11] stosując powłoki polisacharydowe. Wykazali oni, że badane powłoki stanowiły barierę przed ubytkiem masy i wnikaniem substancji osmotycznej w czasie odwadniania. Matuska i wsp., [13] zajmowali się możliwością powlekania truskawek przed odwadnianiem osmotycznym. Najlepsze rezultaty uzyskali dla próbek powleczonych dwukrotnie 0,5% roztworem alginianu sodu.

W wyniku odwadniania osmotycznego nastąpiło obniżenie aktywności wody materiału dla wszystkich próbek (Rys. 6). Po 60 minutach prowadzenia procesu w próbkach niepo-

wleczonych nastąpiło obniżenie aktywności wody z 0,991 do 0,984 natomiast w materiale powleczonym błoną pektynową i sojową z około 0,988 do odpowiednio 0,983 i 0,981. Z otrzymanych danych wynika, że na początku procesu powlekanie powodowało większe obniżenie aktywności wody. Jednak w dalszym przebiegu procesu zależność ta już nie występowała. Po upływie 300 minut najniższą aktywność wody osiągnęły próbki pokryte powłoką sojową a najwyższą powłoką pektynową, jednak różnice te nie były istotne statystycznie.

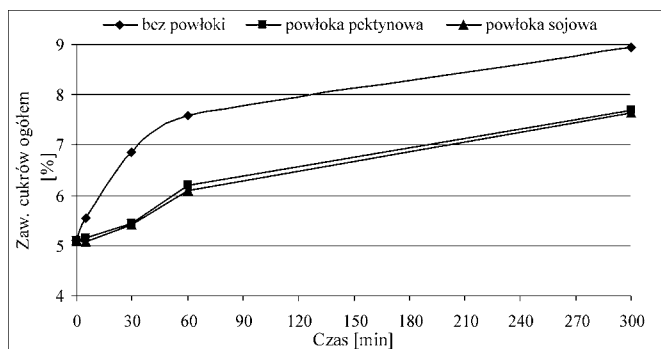


**Rys. 6.** Wpływ powlekania na aktywność wody dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

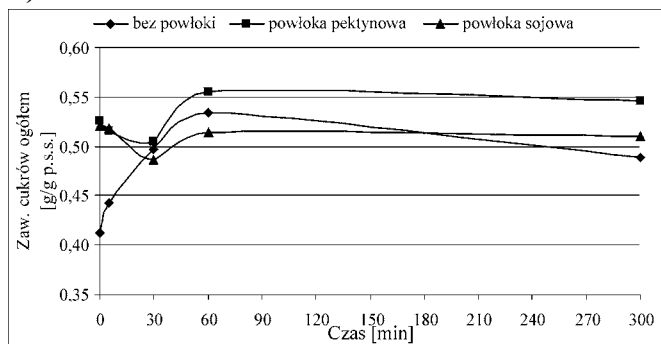
W czasie odwadniania osmotycznego w wyniku zachodzącej wymiany masy następują zmiany cech jakościowych materiału. Odnotowano wzrost procentowej zawartości cukrów ogółem i cukrów bezpośrednio redukujących we wszystkich badanych próbkach. W zakresie czasu prowadzenia procesu 0 – 300 minut dla próbek pokrytych błoną pektynową jak i sojową zmiany te były niewielkie, a przebieg uzyskanych krzywych był podobny (Rys. 7a, 8a). Przykładowo po upływie 60 minut zawartość cukrów ogółem wzrosła z 5,1 do 7,6% w materiale niepowleczonym oraz do około 6,0% w materiale pokrytym powłokami. Również przyrost cukrów bezpośrednio redukujących był najniższy w materiale powleczonym. Po 300 minutach odwadniania zawartość tych cukrów wzrosła z 2,8 do około 4,0% dla próbek powleczonych i do 5,3% dla dyni bez powłoki. Obserwowany procentowy wzrost zawartości cukrów jest wynikiem wymiany masy oraz zagęszczenia odwadnianego materiału. W przypadku wyrażania zawartości cukrów w stosunku do początkowej zawartości suchej substancji w materiale powleczonym nie odnotowano zmian. Natomiast w próbkach niepowleczonych były one niewielkie i nieistotne statystycznie (Rys. 7b, 8b). Po 300 minutach odwadniania w materiale niepowleczonym zawartość cukrów ogółem wzrosła z początkowej 0,4 do 0,5 g/g p.s.s, zaś cukrów bezpośrednio redukujących z około 0,2 do 0,3 g/g p.s.s. Zastosowanie powlekania powierzchni próbek przyczyniło się do istotnie statystycznie mniejszych przyrostów zawartości cukrów dla próbek pokrytych roztworem maltodekstryny.

W wyniku odwadniania osmotycznego nastąpiła zmiana barwy dyni. W początkowym okresie prowadzenia procesu wartość parametru jasności L\* uległa gwałtownemu obniżeniu, co świadczy o pociemnieniu barwy (Rys. 9). Po czasie 30 minut wartości tego wskaźnika obniżyła się z 64,3 do 55,9 dla próbek bez powłoki a dla materiału pokrytego powłoką pektynową i sojową odpowiednio do 58,7 i 58,2. Po wydłużeniu czasu odwadniania do 300 minut również najniższą wartość parametru L\* - 57,5 uzyskano dla próbek niepowleczonych.

a)

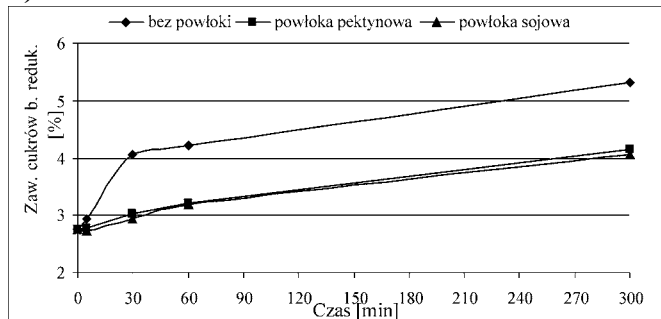


b)

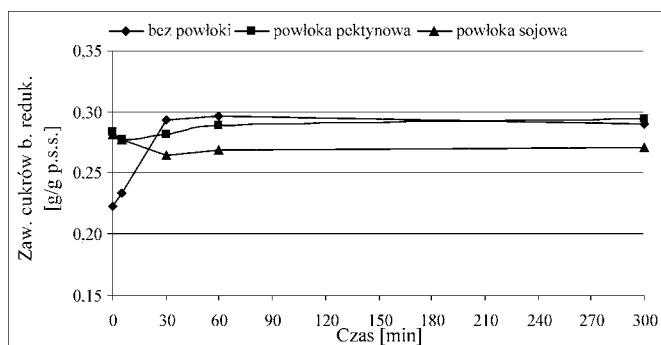


**Rys. 7.** Wpływ powlekania na zawartość cukrów ogółem w dyni odwadnianej osmotycznie a) [%] b) g/g p. s.s. .

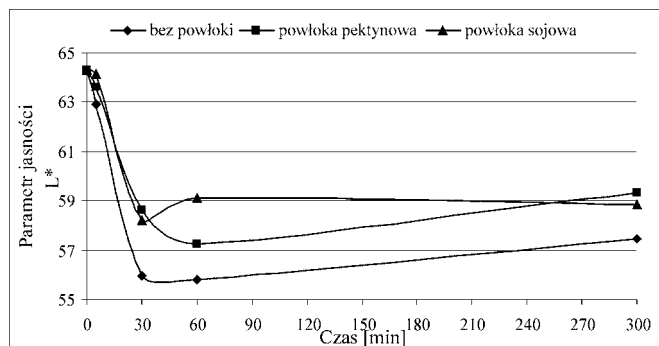
a)



b)

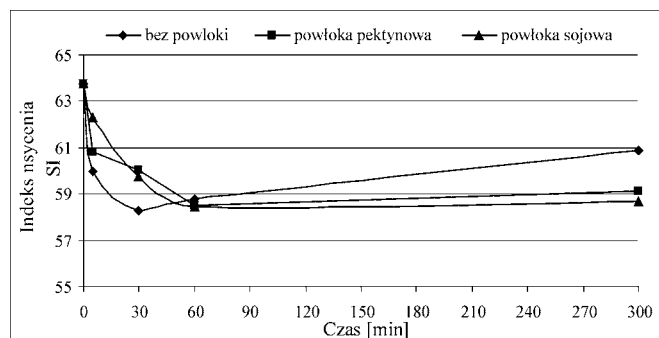


**Rys. 8.** Wpływ powlekania na zawartość cukrów bezpośrednio redukujących w dyni odwadnianej osmotycznie a) [%] b) g/g p.s.s. .



**Rys. 9.** Wpływ powlekania na parametr jasność  $L^*$  w dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

Zaobserwowano także zmianę nasycenia miąższu barwą pomarańczową. W przedziale czasu 0 – 60 minut najniższe wartości indeksu nasycenia SI uzyskano dla materiału nie pokrytego powłoką (Rys. 10). Wydłużenie czasu z 60 do 300 minut spowodowało odwrotną tendencję. Próbkę dyni niepowleczoną charakteryzowały się wyższą intensywnością nasycenia barwą pomarańczową w porównaniu z próbkami materiału pokrytego błoną pektynową i sojową. Po 300 minutach odwadniania wartość tego wskaźnika dla próbek niepowleczonych wyniosła około 60,9 a dla materiału pokrytego błoną pektynową i sojową odpowiednio 59,1 i 58,7. Również Matuska i wsp., [13] uzyskali niższy stopień nasycenia barwą jabłek pokrytych roztworem alginianu sodu przy dłuższym czasie prowadzenia procesu w porównaniu z jabłkami bez powłoki.



**Rys. 10.** Wpływ powlekania na indeks nasycenia SI w dyni odwadnianej osmotycznie w 66,3% roztworze syropu skrobiowego o temperaturze 20°C.

## WNIOSKI

1. Powlekanie powierzchni próbek dyni błoną pektynową i sojową wpływa na kinetykę odwadniania osmotycznego tego surowca. Warstwa powłoki stanowi barierę dla wymiany masy. Próbkę powleczoną charakteryzowały się niższym przyrostem masy suchej substancji w porównaniu z próbkami bez powłoki. Najlepszą efektywność procesu odwadniania otrzymano dla próbek, których powierzchnia pokryta była powłoką sojową.
2. Zastosowanie powlekania powodowało większe obniżenie aktywności wody w porównaniu z materiałem niepowleczonym jedynie na początku procesu odwadniania. Po dłuższym czasie odwadniania najniższą aktywność wody osiągnęły próbki powleczone błoną sojową, a najwyższą błoną pektynową.

3. Zastosowanie powlekania powierzchni próbek dyni przyczyniło się do mniejszych przyrostów zawartości cukrów w porównaniu z materiałem niepowleczonym. Pokrycie powierzchni próbek dyni powłoką pektynową oraz sojową wpłynęło na trwalsze zachowanie barwy surowca i ograniczyło ciemnienie miąższu dyni.
4. Otrzymane wyniki mogą być przydatne dla praktyki przemysłowej przy doborze parametrów odwadniania osmotycznego, pozwalającej na uzyskanie wysokiej jakości półproduktów dyni; - szczególnie przy produkcji minimalnie przetworzonej oraz przy prowadzeniu obróbki wstępnej przed dalszym utrwalaniem np. suszeniem.

## LITERATURA

- [1] Dedio I.: Dynie – rośliny nie zawsze doceniane, Wiadomości Zielarskie, 1992, 10, 3-4.
- [2] Gapiński M.: Warzywa mało znane i zapomniane, Praca zbiorowa. Wyd. Rolnicze i Leśne, Poznań, 2003 wyd. I, 104-107.
- [3] Garcia C.C., Mauro M.A., Kimura M.: Kinetics of dehydration and air-drying of pumpkin (*Cucurbita moschata*), *Journal of Food Engineering*, 2007, 82, 284-291.
- [4] Ishikawa M., Nara H.: Osmotic dehydration of food by semipermeable membrane coating, *Advances in Food Engineering* (ed. R. Paul Singh, M.A. Wirakartakusuman) CRC Press, London, 1993, 73-77.
- [5] Keller A.: W ogródeczku rośnie bania, *Ogrody*, 2002, 11, 27-29.
- [6] Khin M.M., Weibiao Z., Shi Y.Y.: Mass transfer in the osmotic dehydration of coated cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties, *Journal of Food Engineering*, 2007, 81, 514-522.
- [7] Khin M. M., Zhou W., & Perera C. O.: A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes, *Journal of Food Engineering*, 2006, 77, 84-95.
- [8] Kowalska H., Lenart A.: Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables, *Journal of Food Engineering*, 2001, 49, 137-140.
- [9] Lenart A., Dąbrowska R.: Osmotic dehydration of apples with polysaccharide coatings: *Polish Journal of Food Nutrition Science*, 1997, 47, 103-112.
- [10] Lenart A.: Osmotyczne odwadnianie jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym owoców i warzyw, *Przemysł Spożywczy*, 1990, 12, 307-309.
- [11] Matuska M., Lenart A., Lazarides H.N.: On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake, *Journal of Food Engineering*, 2006, 72, 85-91.
- [12] Mayor L., Moreira M., Chenlo F., Sereno A.M.: Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions, *Journal of Food Engineering*, 2006, 74, 253-262.
- [13] Rhim J.W., Gennadios A., Weller C.L., Hanna M.A.: Sodium dodecyl sulfate treatment improves properties of cast films from soy protein isolate, *Industrial Crops and Products*, 2002, 15, 199-205.
- [14] Toczko M., Grzeleńska A.: Oznaczanie zawartości sacharydów w materiale biologicznym, *Materiały do ćwiczeń z biochemii*, Wyd. SGGW, Warszawa, 1997.

## EFFECT OF COATINGS ON COURSE OF OSMOTIC DEHYDRATION OF PUMPKIN

### SUMMARY

*Pumpkin is a popular seasonal crop which shelf-life is need to be extend. Osmotic dehydration may leads to good quality products. The disadvantage of this treatment, limiting its applications to food, is the penetration of osmotic solute inside the food. The effect of coatings (10% soy protein solution and 2% pectin solution) on pumpkin on course of osmotic dehydration was studied. Also, the influence of coatings on the kinetics of the process and properties of the final product were clearly described. The results show that coatings reduced solute intake and increased process efficiency. The positive effect of coatings on color retention was also observed.*

Dr inż. Katarzyna SZWEDZIAK

Mgr inż. Joanna RUT

Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska



Praca powstała przy współfinansowaniu ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej oraz ze środków budżetu państwa

## OCENA ZANIECZYSZCZEŃ ZIARNA KUKURYDZY ZA POMOCĄ KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU®

*W artykule przedstawiono zastosowanie komputerowej analizy obrazu do określenia stanu jakości ziarna kukurydzy. Wykorzystując odpowiednią aplikację komputerową i zdjęcia cyfrowe, zbadano procentowe zanieczyszczenie ziarna kukurydzy.*

**Słowa kluczowe:** ziarno kukurydzy, zanieczyszczenia, komputerowa analiza obrazu, jakość ziarna.

### WSTĘP

Kukurydza jest jedną z najważniejszych roślin uprawianych w świecie. Jej zastosowanie jest bardzo różnorodne. Ze zmielonych nasion otrzymuje się produkty spożywcze takie jak: mąkę, kasze, czystą mączkę skrobiową. Nasiona służą także w przemyśle spożywczym do otrzymywania cukru, alkoholu, dekstryny, oleju (z zarodków), przerabiane są też na pasze treściwe (śruta). Kukurydza znajduje wykorzystanie w przemyśle młynarskim, fermentacyjnym, jak również do produkcji biogazu. W dzisiejszych czasach komputer jako narzędzie badawcze jest wykorzystywany w bardzo wielu dziedzinach do poznawania i analizowania otaczającej nas rzeczywistości. Także w rolnictwie i przemyśle spożywczym jego możliwości mogą nam pomóc w dokładniejszym i sprawniejszym analizowaniu ziarna, określając jego stan jakości za pomocą komputerowej analizy obrazu. Wykonanie odpowiednich badań i wykorzystanie komputerowej akwizycji obrazu pozwala na uzyskanie bardzo dobrych efektów analizy, jak również może mieć bardzo szerokie zastosowanie przy ocenie produktów rolno – spożywczych. Wykorzystując odpowiednią aplikację komputerową i zdjęcia cyfrowe, można określić zanieczyszczenia w badanym materiale. Komputerowa analiza obrazu może znacznie przyspieszyć wykonywanie różnego rodzaju analiz i ułatwić np.: określenie stanu jakości ziarna.

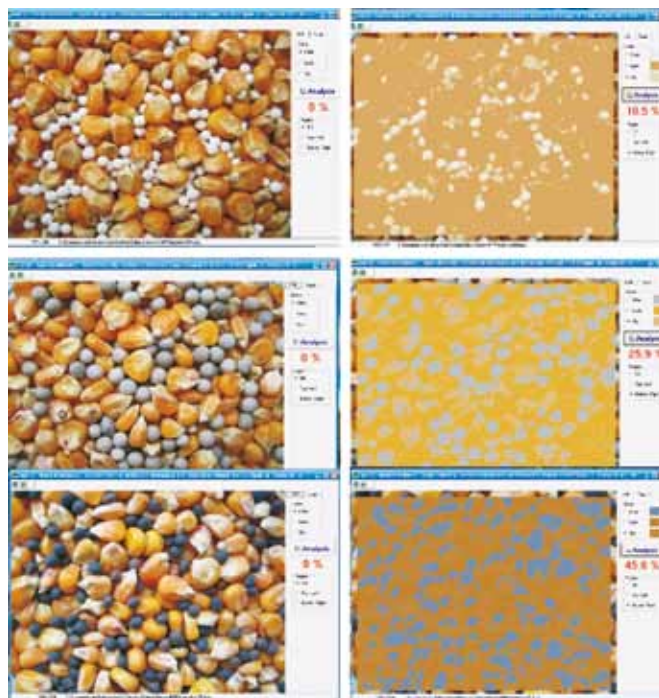
### CEL BADAŃ

**Celem badań było przeanalizowanie i sprawdzenie aplikacji komputerowej „Leaf”, poprzez wykorzystanie komputerowej analizy obrazu, za pomocą której określono procentową zawartość zanieczyszczeń w ziarnie kukurydzy. Zastosowano analizę zdjęć cyfrowych, z których uzyskano informacje niezbędne do oceny badanego materiału.**

### METODYKA BADAŃ

Wykonano 6 serii badań po 30 powtórzeń na stanowisku do komputerowej analizy obrazu. Do badań wykorzystano zanieczyszczone ziarno kukurydzy, a analizowana próbka

ważyła 200g. Ziarno kukurydzy zostało sztucznie zanieczyszczone różnymi rodzajami zanieczyszczeń o różnych kolorach, w różnych od siebie stosunkach wagowych tak, aby możliwa była analiza różnych wariantów zanieczyszczeń zawartych w ziarnie kukurydzy. Następnie wykonano serię zdjęć cyfrowych, które poddano analizie w aplikacji komputerowej „Leaf”, autorstwa M. Krótkiewicza. Rys. 1.



**Rys. 1.** Przykładowe zdjęcia analizy badanego materiału za pomocą komputerowej analizy obrazu [Fot. K. Szwedziak, J. Rut].

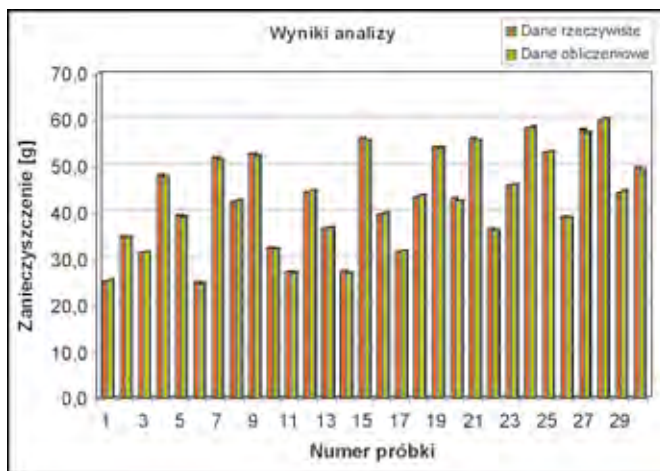
Aplikacja komputerowa „Leaf” analizowała obraz zdjęć cyfrowych, gdzie uzyskano procentową zawartość zanieczyszczeń w ziarnie kukurydzy. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.



Tabela 1. Wyniki badań zanieczyszczonego ziarna kukurydzy

Lp	Zanieczyszczenie ziarna kukurydzy				R <sub>p</sub>		BBd
	Dane rzeczywiste		Dane obliczeniowe		[g]	[%]	[%]
	[g]	[%]	[g]	[%]			
1	25,1	12,6	25,4	12,7	0,3	0,1	1,2
2	34,8	17,4	34,6	17,3	-0,2	-0,1	-0,6
3	31,3	15,7	31,6	15,8	0,3	0,2	1,0
4	47,9	24,0	47,6	23,8	-0,3	-0,1	-0,6
5	39,3	19,7	39,0	19,5	-0,3	-0,1	-0,8
6	25,1	12,6	24,8	12,4	-0,3	-0,2	-1,2
7	51,8	25,9	51,4	25,7	-0,4	-0,2	-0,8
8	42,1	21,1	42,6	21,3	0,5	0,3	1,2
9	52,6	26,3	52,2	26,1	-0,4	-0,2	-0,8
10	32,4	16,2	32,2	16,1	-0,2	-0,1	-0,6
11	27,2	13,6	27,0	13,5	-0,2	-0,1	-0,7
12	44,2	22,1	44,6	22,3	0,4	0,2	0,9
13	36,6	18,3	36,8	18,4	0,2	0,1	0,5
14	27,3	13,7	27,0	13,5	-0,3	-0,2	-1,1
15	55,9	28,0	55,6	27,8	-0,3	-0,1	-0,5
16	39,5	19,8	39,8	19,9	0,3	0,1	0,8
17	31,6	15,8	31,8	15,9	0,2	0,1	0,6
18	43,1	21,6	43,6	21,8	0,5	0,3	1,2
19	54,1	27,1	53,8	26,9	-0,3	-0,2	-0,6
20	42,9	21,5	42,4	21,2	-0,5	-0,3	-1,2
21	55,9	28,0	55,6	27,8	-0,3	-0,1	-0,5
22	36,5	18,3	36,2	18,1	-0,3	-0,1	-0,8
23	45,8	22,9	46,0	23,0	0,2	0,1	0,4
24	58,1	29,1	58,4	29,2	0,3	0,1	0,5
25	52,8	26,4	53,0	26,5	0,2	0,1	0,4
26	39,1	19,6	38,8	19,4	-0,3	-0,2	-0,8
27	57,8	28,9	57,2	28,6	-0,6	-0,3	-1,0
28	59,7	29,9	60,2	30,1	0,5	0,3	0,8
29	44,1	22,1	44,6	22,3	0,5	0,3	1,1
30	49,6	24,8	49,2	24,6	-0,4	-0,2	-0,8

Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono wykres porównawczy, obrazujący dokładność badań za pomocą komputerowej analizy obrazu - wyniki obliczeniowe z wynikami rzeczywistymi, Rys. 2.



Rys. 2. Graficzne zobrazowanie wyników badań.

## ANALIZA WYNIKÓW I PODSUMOWANIE

Na podstawie uzyskanych wyników i sporządzonego wykresu stwierdzono, że uzyskana różnica między danymi rzeczywistymi, a obliczonymi uzyskanymi za pomocą komputerowej analizy obrazu jest nieznaczna.

Zastosowanie komputerowej analizy obrazu oraz odpowiednich aplikacji i zdjęć cyfrowych, pozwala na procentowe określenie zawartości zanieczyszczeń ziarna kukurydzy w badanej próbce.

Wykorzystanie komputerowej akwizycji obrazu może mieć bardzo szerokie zastosowanie przy ocenie produktów rolno – spożywczych. Innowacyjność tej metody pozwala na połączenie cyfrowej analizy obrazu z aplikacjami komputerowymi, co ułatwia wnioskowanie i pozwala na wykonanie szybkich analiz.

## LITERATURA

- [1] Wojnar L., Majorek M.: Komputerowa analiza obrazu, CSS Ltd. Warszawa, 1994.
- [2] Pabis S., Pabis J.: Technologia suszenia i czyszczenia nasion, PWRiL Warszawa, 1974.
- [3] Malczewski J.: Mechanika materiałów sypkich -operacje jednostkowe, Warszawa, 1990.
- [4] Tadeusiewicz T., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, WPT, Kraków ISBN: 83-86476-15-X, 1997.

## ASSESSMENT OF POLLUTANTS OF THE GRAIN CORN WITH THE HELP OF COMPUTER ANALYSIS OF THE IMAGE

### SUMMARY

In the article to present applying computer analysis of the image to describing the quality of the grain. Using the suitable computer application and digital photographs percentage polluting the grain corn.

**Key words:** grain of corn, pollution, computer analysis of the image, quality of the grain.

Mgr inż. Małgorzata RZĄCA  
 Prof. dr hab. Dorota WITROWA-RAJCHERT  
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## ZMIANY BARWY SUSZU JABŁKOWEGO UZYSKANEGO PRZY WYKORZYSTANIU PROMIENIOWANIA PODCZERWONEGO®

*W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące wpływu parametrów suszenia przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego, tj. prędkości przepływu powietrza oraz odległości źródła promieniowania od powierzchni suszonego materiału, na barwę tkanki jabłka. Wyniki porównywano z barwą suszu jabłkowego suszonego metodą konwekcyjną w temperaturze 70°C. Zakres pracy obejmował analizę parametrów barwy w układzie CIE Lab: L\*, a\*, b\*, nasycenia i bezwzględnej różnicy barwy. Otrzymane wyniki wskazują, iż suszenie konwekcyjne z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego powoduje ciemnienie tkanki jabłka, tym intensywniejsze, im czas suszenia jest dłuższy. Temperatura materiału ma natomiast mniejszy wpływ na wartość L\* jabłek suszonych promiennikowo. Podczas suszenia następuje również istotny wzrost udziału barwy czerwonej (a\*) i żółtej (b\*) oraz nasycenia. Najlepszymi właściwościami optycznymi charakteryzuje się susz uzyskany przy parametrach: prędkość powietrza 1,2 m/s i odległość 20 cm.*

**Słowa kluczowe:** suszenie, promieniowanie podczerwone, suszenie konwekcyjne, barwa, potencjał brązowienia, jabłka.

### WSTĘP

Suszenie jest jedną z metod utrwalania żywności, poprzez zmniejszenie dostępności wody koniecznej do rozwoju drobnoustrojów i przebiegu reakcji chemicznych i enzymatycznych [1]. Suszenie promiennikowe polega na dostarczeniu ciepła do wilgotnego materiału na drodze promieniowania podczerwonego o długości fali wynoszącej 0,77 – 140 μm [6]. Przebieg suszenia zależy od odległości między powierzchnią emitującą promienie podczerwone a suszoną powierzchnią oraz od prędkości przepływu powietrza. Im większą stosuje się moc pobieraną przez promienniki, tym czas suszenia jest krótszy i większa szybkość suszenia. Wraz ze wzrostem prędkości przepływu powietrza zmniejsza się szybkość usuwania wody, co z kolei wydłuża czas suszenia. Przykładowo, czas suszenia dla plasterków cebuli przy prędkości powietrza 1,0 m/s, temperaturze powietrza 45°C i mocy promienników 300 W wynosił 8 h, zwiększając się do 9 h, kiedy prędkość powietrza wzrosła do 1,5 m/s [7].

Stosowanie promieniowania podczerwonego w odwadnianiu żywności charakteryzuje się pewnymi korzystnymi właściwościami, a mianowicie zdolnością do równomiernego nagrzewania surowca, zabójczym działaniem na niektóre drobnoustroje, krótkim czasem suszenia i łatwością kontroli temperatury suszonego materiału, przez precyzyjną regulację poziomu natężenia promieniowania [9, 10]. Suszenie tą metodą powoduje również niepożądane skutki, np. utratę zdolności do rehydracji czy utlenianie substancji zapachowych. Obserwowane jest także nieenzymatyczne i enzymatyczne brązowienie i związana z tym zmiana barwy [1, 4]. Suszenie, również z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego, powoduje ciemnienie tkanki i czasami otrzymuje się produkt o ciemniejszej barwie od suszu konwekcyjnego [4, 5]. Cechy sensoryczne żywności, w szczególności wygląd zewnętrzny, w znaczącym stopniu wpływają na akceptację końcowego produktu przez konsumenta [1].

Dlatego też wydaje się istotnym zbadanie wpływu różnych parametrów suszenia konwekcyjnego wspomaganego promieniowaniem podczerwonym na parametry barwy otrzymanych suszy. Nieliczne doniesienia zamieszczone w literaturze na temat właściwości optycznych żywności suszonej przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego wskazują na konieczność przeprowadzenia tego typu badań. W prezentowanej pracy różnicowano parametry suszenia pod względem prędkości przepływu powietrza oraz odległości źródła promieniowania od powierzchni suszonych plasterków jabłek. Zakres pracy obejmował pomiar parametrów barwy powierzchni zewnętrznej jabłek w układzie CIE L\*, a\*, b\*, a na podstawie zmierzonych parametrów określono nasycenie oraz bezwzględną różnicę barwy ΔE. Do oceny barwy przeprowadzono również badania potencjału brązowienia.

### MATERIAŁY I METODY

Jabłka odmiany Idared krojono w plastry o średnicy 30 mm i grubości 5±0,5mm i poddawano suszeniu. Wybrano dziewięć różnych kombinacji suszenia przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego, stosując trzy prędkości przepływu powietrza (przepływ równoległy do warstwy materiału): 0,5; 1,2 i 2 m/s oraz trzy odległości źródła promieniowania od powierzchni suszonego materiału: 20, 30 i 40 cm. Suszenie prowadzono w laboratoryjnej suszarce, gdzie źródłem promieniowania podczerwonego było dziewięć czerwonych lamp firmy PHILIPS, ustawionych szeregowo w trzech rzędach, o mocy 175 W każda i średnicy 125 mm. Podczas suszenia mierzono masę i temperaturę materiału. Suszenie konwekcyjne prowadzono w suszarce laboratoryjnej w temp. powietrza 70°C, stosując przepływ powietrza wzdłuż warstwy materiału o prędkości 2 m/s.

Barwę materiału surowego i suszonego określano za pomocą chromometru typu CR-300 firmy Minolta. Barwę mierzono w systemie CIE L\*a\*b\* dla oświetlenia standardowego C. Dodatkowo obliczono:

nasycenie barwy:

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

bezwzględną różnicę barwy:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (2)$$

gdzie:  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  – wskaźniki różnicy barw powierzchni porównywanych próbek, w odniesieniu do jabłka surowego lub suszu konwekcyjnego.  $\Delta E$  jest wyrażona w umownych jednostkach NBS, które zostały wprowadzone przez amerykańskie biuro normalizacyjne [2, 3].

W celu oznaczenia potencjału brązowienia ekstrahowano z tkanki jabłka brązowe barwniki melaninowe, produkty reakcji enzymatycznego i nieenzymatycznego brązowienia. Odważano 5 g rozdrobnionego miąższu surowych jabłek, rozdrabniano i dodawano 20 ml 95% etanolu. W przypadku suszu masę próbki potrzebną do analizy obliczano przy założeniu, że masa suchej substancji w suszu ma być równa masie suchej substancji zawartej w 5 g surowego jabłka. Do odważonego, rozdrobnionego suszu dodawano taką ilość wody, aby sumaryczna masa wynosiła 5 g, a następnie 20 ml 95% etanolu. Próbę homogenizowano przez 3 min, a następnie pozostawiano pod przykryciem przez 60 minut. Tak przygotowany roztwór wirowano przez 30 minut w temperaturze 10°C przy prędkości obrotowej 11500 obr/min. Od osadu odsączano supernatant, wcześniej zwilżając sączek 95% etanolem i uzupełniano do objętości 25 ml. W ekstrakcie oznaczano potencjał brązowienia zgodnie z metodyką podaną przez Viña i Chaves [2006]. Pomiar polegał na określeniu absorbancji uzyskanego ekstraktu przy długości fali 320 nm.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy zastosowaniu testu t-Studenta, dwuczynnikowej analizy wariancji i procedury Duncana przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

W celu zachowania walorów sensorycznych żywności podczas suszenia istotne jest dobranie odpowiedniej metody oraz parametrów suszenia. Podczas suszenia konwekcyjnego szczególną uwagę należy zwrócić na warunki procesu, tj. temperaturę i prędkość przepływu powietrza [1]. W przypadku suszenia z zastosowaniem promieniowania podczerwonego za warunki odpowiada odległość źródła promieniowania od powierzchni materiału oraz prędkość przepływu powietrza, od której zależy m.in. szybkość usuwania wody z materiału, a jednocześnie proces chłodzenia powierzchni.

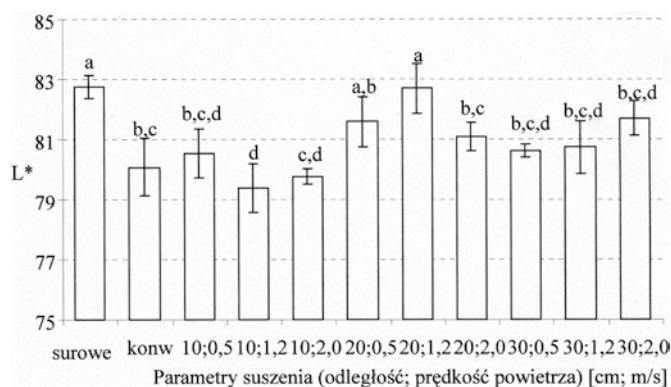
Czas potrzebny do usunięcia 90% wody z jabłek wydłuża się wraz ze wzrostem prędkości przepływu powietrza. Większa prędkość przepływu powietrza powoduje chłodzenie powierzchni materiału, co potwierdzają temperatury plastrów pod koniec suszenia (tab. 1). W efekcie prowadzi to do zmniejszenia szybkości usuwania wody i wydłużenia czasu suszenia, przy wzroście prędkości powietrza z 0,5 do 2 m/s nawet o 30%, dla odległości lamp od powierzchni materiału równej 10 cm. Wzrost prędkości powietrza wpływa w najmniejszym stopniu na czas suszenia, gdy suszony jest materiał w odległości 20 cm od źródła promieniowania.

Tkanki jabłka podczas suszenia ulegają ciemnieniu. Podczas suszenia konwekcyjnego nastąpiło zmniejszenie jasności

**Tabela 1.** Czasy suszenia do usunięcia 90% wody i końcowa temperatura plastrów jabłek

Parametry suszenia konwekcyjnego i konwekcyjnego wspomaganego promieniami podczerwonymi										
	Suszenie konwekcyjne	Suszenie konwekcyjne wspomaganie promieniami podczerwonymi								
Odległość źródła promieniowania (cm)	Temperatura 70°C	10			20			30		
Prędkość przepływu powietrza (m/s)	2,0	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	2,0
Czas suszenia (min)	158	123	131	155	132	129	127	106	119	127
Temperatura końcowa materiału (°C)	71	90	83	75	70	66	65	69	68	67

w stosunku do jabłka surowego o około 3 punkty procentowe, co stanowiło statystycznie istotną zmianę (rys. 1). Barwa suszy uzyskanych przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego przy odległości źródła promieniowania od materiału wynoszącej 10 i 30 cm, niezależnie od prędkości przepływu powietrza, była porównywalna z barwą suszu konwekcyjnego lub ciemniejsza. W przypadku zastosowania średniej odległości źródła promieniowania od materiału suszonego (20 cm), jasność suszy była porównywalna z jabłkiem surowym, szczególnie przy niższych prędkościach przepływu powietrza. Można zauważyć, że wartość parametru  $L^*$  zależy przede wszystkim od czasu suszenia. Im czas był dłuższy, a więc materiał był dłużej narażony na intensywne natlenianie w podwyższonej temperaturze, tym susz był ciemniejszy, czyli wartość parametru  $L^*$  była mniejsza. Przy odległości 30 cm od źródła promieniowania zauważono odwrotną tendencję, czyli wraz z wydłużeniem czasu suszenia tkanka jabłka jaśniała, jednak zmiany te nie były statystycznie istotne. Wydaje się, że temperatura tkanki jabłka ma mniejszy wpływ na jasność powierzchni próbek.

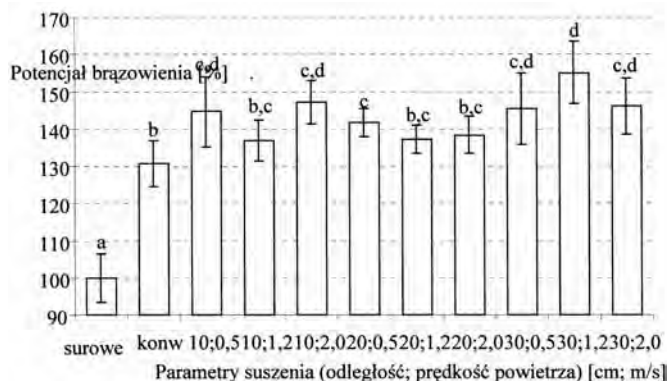


**Rys. 1.** Wartości parametru  $L^*$  suszonych jabłek w zależności od parametrów suszenia.

a÷d – wartości oznaczone innymi indeksami różniąc się między sobą statystycznie.

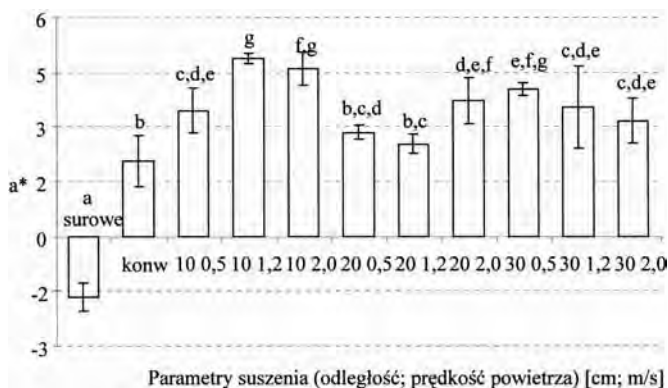
Jasność materiału zależy m.in. od ilości związków o brązowej barwie, które można wyznaczyć za pomocą badania potencjału brązowienia. Wartości potencjału brązowienia suszy porównano z materiałem przed suszeniem. Podczas suszenia w tkance jabłka zachodzą reakcje enzymatycznego i nieenzymatycznego brązowienia, wpływając statystycznie istotnie na zawartość brązowych barwników w suszach, niezależnie od

metody i parametrów suszenia (rys. 2). Można zauważyć tendencję potwierdzającą zmiany jasności suszy. Dla plastrów jabłek suszonych w odległości 20 cm od źródła promieniowania zmiany potencjału były najmniejsze w stosunku do surowych jabłek i porównywalne z suszem konwekcyjnym. Natomiast dla suszy uzyskanych przy odległości od źródła promieniowania 10 i 30 cm wartości te są większe. Mimo zauważalnej tendencji zmniejszającej się jasności przy wzroście potencjału brązowienia, współczynnik korelacji pomiędzy wartością parametru  $L^*$  (jasnością) i potencjałem brązowienia wynosi 0,2 i jest mniejszy od wartości tablicowej, dla  $\alpha = 0,05$ , co świadczy o braku liniowej korelacji pomiędzy badanymi wartościami.



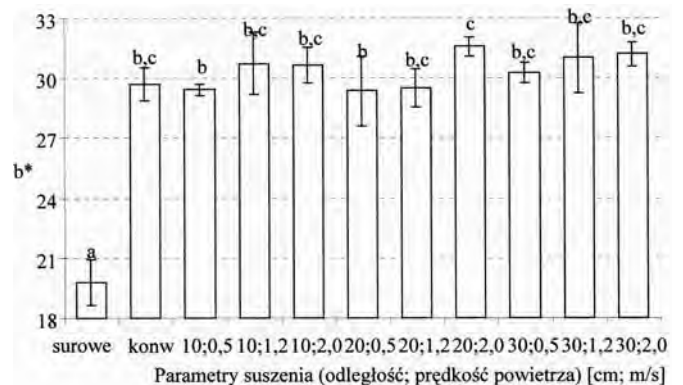
**Rys. 2.** Zwiększenie potencjału brązowienia w porównaniu z jabłkiem świeżym.  
a÷d – wartości oznaczone innymi indeksami różnią się między sobą statystycznie.

W tkance jabłek podczas suszenia, niezależnie od zastosowanej metody, następują istotne statystycznie zmiany wartości parametrów barwy  $a^*$  i  $b^*$ . Wartość  $a^*$ , odpowiedzialna za barwę czerwoną (+) i zieloną (-), dla surowych jabłek charakteryzuje się większym udziałem barwy zielonej ( $a^* \approx -2$ ) (rys. 3). Natomiast suszenie powoduje zmniejszenie udziału barwy zielonej na korzyść barwy czerwonej. Suszenie metodą konwekcyjną z wykorzystaniem promieni podczerwonych przy zastosowaniu średniej odległości materiału suszonego od źródła promieniowania, niezależnie od prędkości przepływu powietrza, powodowało najmniejsze zwiększenie wartości  $a^*$ , porównywalne z suszeniem konwekcyjnym ( $a^* \approx +3$ ). Największy udział barwy czerwonej ( $a^* > +5$ ) odnotowano w suszach uzyskanych przy zastosowaniu najmniejszej odległości źródła promieniowania od powierzchni materiału (10 cm), szczególnie przy wyższych prędkościach przepływu powietrza.



**Rys. 3.** Wartości parametru  $a^*$  suszonych jabłek w zależności od parametrów suszenia.  
a÷g - wartości oznaczone innymi indeksami różnią się między sobą statystycznie.

Za barwę żółtą odpowiada dodatnia wartość parametru  $b^*$ , która charakteryzuje zarówno surową, jak i suszoną tkankę jabłka. Podczas suszenia, niezależnie od metody, następują znaczące, około 30%-owe zwiększenie udziału barwy żółtej (rys. 4). Natomiast zmiany parametrów suszenia promiennikowego nie powodują istotnych zmian wartości parametru  $b^*$ . Podobnie nasycenie barwy C, o wartości którego decyduje przede wszystkim wartość  $b^*$ , zdecydowanie większa od wartości  $a^*$  (równanie 1), nie ulega istotnym zmianom dla suszy promiennikowych uzyskiwanych przy różnych parametrach suszenia.



**Rys. 4.** Wartości parametru  $b^*$  suszonych jabłek w zależności od parametrów suszenia.  
a÷c – wartości oznaczone innymi indeksami różnią się między sobą statystycznie.

Wartość bezwzględnej różnicy barwy określa się na podstawie jasności ( $L^*$ ), barwy czerwonej ( $a^*$ ) i barwy żółtej ( $b^*$ ) produktu końcowego. Im te wartości bardziej odbiegają od wzorca, za który przyjęto jabłko surowe lub susz konwekcyjny, tym większa jest bezwzględna różnica barwy. Dla suszy promiennikowego uzyskanego przy niższych prędkościach przepływu powietrza, przy odległości źródła promieniowania od powierzchni wynoszącej 20 cm, bezwzględna różnica barwy w porównaniu z jabłkiem surowym jest najmniejsza (tab. 2). Podobną wartością  $\Delta E$  charakteryzuje się susz konwekcyjny. Jednak wszystkie wartości są powyżej wartości  $\Delta E = 10$ , co świadczy o znacznej zmianie barwy suszu w porównaniu do jabłka surowego.

Oceniając różnicę między barwą suszy promiennikowych i konwekcyjnego, można stwierdzić, że najbardziej zbliżoną barwą charakteryzuje się próba wysuszona przy odległości 10 cm i prędkości przepływu powietrza 0,5 m/s (tab. 2). Natomiast największa różnica barwy występuje dla suszy uzyskanego przy parametrach: 10 cm i 1,2 m/s. Wszystkie otrzymane wartości  $\Delta E$  mieszczą się w granicach 1,5 – 3,1, co oznacza, że choć barwa suszy promiennikowych i konwekcyjnego nie jest identyczna, to różnica między nimi nie jest bardzo znacząca.

## WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych danych można stwierdzić, iż suszenie istotnie wpływa na zmiany parametrów określających barwę materiału. Suszenie konwekcyjne z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego powoduje ciemnienie tkanki jabłka, które jest tym intensywniejsze, im czas suszenia jest dłuższy. Temperatura suszu ma natomiast mniejszy wpływ na jasność powierzchni jabłek.

**Tabela 2.** Bezwzględna różnica barwy  $\Delta E$  względem barwy surowego jabłka

Parametry suszenia konwekcyjnego i konwekcyjnego wspomaganego promieniami podczerwonymi										
Odległość źródła promieniowania (cm)	Temperatura 70°C	Suszenie konwekcyjne wspomaganie promieniami podczerwonymi								
		10			20			30		
Prędkość przepływu powietrza (m/s)	2,0	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	2,0
$\Delta E$	10,9	11,1	13,2	12,9	10,6	10,6	13,1	12,1	12,5	12,5

gdzie:

$\Delta E = 0-1$  - różnica barw mieszcząca się w tolerancji pomiaru, odchylenie niewidoczne,

$\Delta E = 1-2$  - niewielkie odchylenie, rozpoznawalne przez osobę doświadczoną w odróżnianiu niuansów barw;

$\Delta E = 2-3,5$  - średnie odchylenie, rozpoznawalne nawet przez osobę postronną;

$\Delta E = 3,5-5$  - wyraźne odchylenie;

$\Delta E > 5$  - duże odchylenie [11].

**Tabela 3.** Bezwzględna różnica barwy  $\Delta E$  względem barwy suszu konwekcyjnego

Parametry suszenia konwekcyjnego wspomaganego promieniami podczerwonymi										
Odległość źródła promieniowania (cm)	10			20			30			
Prędkość przepływu powietrza (m/s)	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	2,0	
$\Delta E$	1,5	3,1	2,7	1,7	2,7	2,7	2,1	2,1	2,5	

Analizując zmiany barwy pod względem udziału barwy czerwonej stwierdzono, że następuje istotne zwiększenie wartości  $a^*$ , zaś najmniejsze zmiany, w porównaniu do materiału wyjściowego, obserwowano przy zastosowaniu parametrów: odległość od powierzchni 20 cm i niższych prędkości przepływu powietrza.

Udział barwy żółtej ulega w czasie suszenia znacznemu zwiększeniu, niezależnie od metody i parametrów suszenia zastosowanych w badaniach. Podobną tendencją charakteryzuje się nasycenie barwy.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe parametry określające właściwości optyczne, stwierdzono, że najlepszą barwą charakteryzuje się susz uzyskany przy zastosowaniu parametrów suszenia promiennikowego tj. odległość źródła promieniowania 20 cm od materiału suszonego i prędkości przepływu powietrza 1,2 m/s.

Uzyskane wyniki świadczą o tym, że przy odpowiednio dobranych parametrach suszenia promiennikowego można uzyskać produkt w krótszym czasie o barwie nieodbiegającej od barwy suszu konwekcyjnego. Gwarantuje to lepszą jakość suszu, z uwagi na mniejsze zaawansowanie procesów utleniania.

## LITERATURA

[1] Górecka D.: Wpływ przetwarzania i przechowywania żywności na jej cechy sensoryczne, Zmysły a jakość żywności i żywienia pod red. J. Gawęckiego i N. Barylko-Pikielnej, Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, 2007, 75-96.

[2] Klepacka M.: Analiza żywności, Wydawnictwo Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa, 2002.

[3] Mielicki J.: Zarys wiadomości o barwie, Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki, Łódź, 1997.

[4] Nowak D., Lewicki P.P.: Quality of infrared dried apple slices, *Drying Technology*, 2005, 23(4), 831-846.

[5] Rząca M., Witrowa-Rajchert D.: Wpływ techniki suszenia oraz warunków przechowywania na właściwości rekonstruktoryjne i higroskopijne suszu jabłkowego, *Acta Agrophysica*, 2007, 9(2), 471-480.

[6] Sakai N., Hanzawa T.: Application and advances in far-infrared heating in Japan, *Trends in Food Science Technology*, 1994, 5(11), 357-362.

[7] Sharma G.P., Verma R.C., Pathare P.B.: Thin-layer infrared radiation drying of onion slices, *Journal of Food Engineering*, 2005, 67(3), 361-366.

[8] Viña S.Z., Chaves A.R.: Antioxidant responses in minimally processed celery during refrigerated storage, *Food Chemistry*, 2006, 94, 68-74.

[9] Wang J., Sheng K.: Far-infrared and microwave drying of peach, *LWT - Food Science and Technology*, 2006, 39(3), 247-255.

[10] Wesołowski A., Markowski M.: Badania nad suszeniem jabłek promieniami podczerwonymi, *Inżynieria Rolnicza*, 2000, 5, 249-256.

[11] [http://www.swiatdruku.com.pl/archiwum/2000\\_09/01.html](http://www.swiatdruku.com.pl/archiwum/2000_09/01.html)

## COLOUR CHANGES OF INFRARED DRIED APPLES SLICES

### SUMMARY

*The aim of this study was investigation of the influence of convective-infrared drying parameters, like air velocity and distance from infrared radiator to surface of dried material, on colour of dried apple slices. The results were compared with convective dried apples, dried at 70°C temperature. The range of the study comprised the measurement of colour parameters in Lab system:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , saturation (C) and total colour difference ( $\Delta E$ ) for external surface of apple tissue. Achieved results indicated that infrared drying cause apple tissue darkening and that darkening was more intensive, when drying time was longer. Apple tissue temperature had lower influence on parameter  $L^*$  of infrared dried apples. During drying the increase of participation of red and yellow colour and saturation took place. Dried apples slices, obtained with the parameters, distance 20 cm and velocity 1,2 m/s, had the best optical property.*

**Key words:** infrared-convective drying, convective drying, colour, browning potential, apples.

Dr hab. inż. Andrzej DOWGIAŁŁO  
Morski Instytut Rybacki w Gdyni  
Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ  
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

## BADANIA MODELI URZĄDZEŃ DO ODDZIELANIA NEREK OD ODPADÓW KOSTNYCH PO FILETOWANIU RYB®

*W artykule przedstawiono wyniki badań skuteczności sposobów i modeli urządzeń do oddzielania nerek od kostnych odpadów po filetowaniu ryb. Stwierdzono, że największą skutecznością charakteryzuje się sposób pośredni ich usuwania (wraz z przyległą częścią kręgosłupa) i opracowano koncepcję urządzenia do jego realizacji.*

### WSTĘP

Przy produkcji filetów ponad 50% masy stanowią odpady, na które składają się głowy, wnętrzności oraz kręgosłupy wraz ze związanymi z nimi częściami układu kostnego i nerkami (rys. 1). Po filetowaniu pomiędzy wyrostkami kolczystymi brzuszными i grzbietowymi pozostaje tkanka mięśniowa (rys. 2), która wraz ze ścinkami filetów i pozostałościami tkanki mięśniowej przy pasach barkowych stanowi doskonały materiał do produkcji farszów. Odzyskanie mięsa z wymienionych odpadów po filetowaniu pozwala na zwiększenie udziału części konsumpcyjnych w całkowitej masie ryb o około 10%.

Farsz otrzymany z mięsa oddzielonego od kręgosłupów pokazanych na rysunku 1 jest czerwono zabarwiony pozostałościami krwi znajdującymi się w nerkach, w biegnących wzdłuż kręgosłupów naczyniach krwionośnych oraz tkanką rozdrobnionych nerek i osłaniających je czarnych błon otrzewnych. Obniża to determinowaną kolorem jego jakość, pociągając za sobą niski popyt na tego rodzaju produkt.

Znaczne zmniejszenie krwistych przebarwień w farszu uzyskuje się przez stosowanie operacji jego płukania w wodzie. Jednakże operacja płukania, poza niedogodnościami natury technicznej (stosowanie dodatkowych urządzeń w linii produkcyjnej, konieczność oczyszczania powstających ścieków), pociąga za sobą dochodzące nawet do 20-30% straty białka.

W polskich przedsiębiorstwach przetwórstwa rybnego w większości, posiadających podstawowe wyposażenie do produkcji farszu, jakimi są separatory mięsno-kostne, kręgosłupy po filetowaniu ręcznym i maszynowym nie są wykorzystywane w produkcji farszu. Dotychczas stanowią wciąż surowiec kierowany do produkcji pasz, bowiem nie rozwiązano w skali przemysłowej usunięcia z farszu krwistego zabarwienia powstałego z krwi, pochodzącej z części znajdującej się pod kręgosłupem nad jamą brzuszną i wzdłuż całego kręgosłupa.

Produkcja farszu nie płukanego z kręgosłupów, na które zapotrzebowanie w Polsce występuje, stanowi cel możliwy do osiągnięcia lecz ze względu na stan wiedzy trudny do zrealizowania. Produkcja jego dotychczas nie jest stosowana, bowiem w tym przypadku niezbędne by było trudne w realizacji i pracochłonne ręczne usuwanie krwi znajdującej się w surowcu kierowanym na farsz. Brak jest dotychczas w kraju jak i zagranicą, sprawdzonych w praktyce produkcyjnej, maszyn i zmechanizowanych narzędzi pracy służących do usuwania krwi i nerek w tuszkach i kręgosłupach po filetowaniu.

W MIR podjęto prace badawcze zmierzające do zbudowania i poddania próbom dwóch modeli maszyn do wycinania

części kręgosłupów pozbawionych źródeł zanieczyszczeń krwistych. Farsz wyprodukowany z mięsa w ten sposób odzyskanego nie wymagałby stosowania operacji płukania.

### KONCEPCJE MODELI URZĄDZEŃ UMOŻLIWIAJĄCYCH BEZPOŚREDNIE ODDZIELANIE NEREK OD KRĘGOSŁUPÓW PO FILETOWANIU I WYNIKI PRÓB

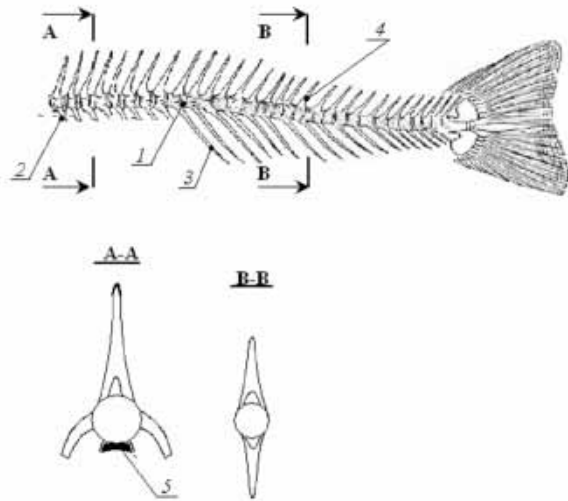
Dotychczas nie produkowano autonomicznych maszyn do wycinania mięsa wraz z kręgowymi wyrostkami od kręgosłupów po filetowaniu, chociaż postulaty wyrażające ich potrzebę zgłaszane są od lat. Nie doczekały się również rozwiązania konstrukcyjnego maszyny do usuwania krwi działające na innych zasadach.

Produkowane były urządzenia stanowiące przystawkę wmontowaną do fileciarki typu Baader 189, pozwalające na odcięcie od kręgosłupa górnych i dolnych skrawków mięsa wraz z wyrostkami kręgowymi [1].

Przystawka była dostosowana tylko do jednego typu fileciarki i skomplikowana kinematycznie ze względu na zastosowany w niej wychylny nóż odcinający wyrostki kolczyste brzuszne. Ponadto w czasach, gdy była oferowana nie przykładano tak wielkiego znaczenia do odzyskiwania mięsa z odpadów po filetowaniu. Została wycofana z programu produkcji firmy Baader Nordischer Maschinenbau.



Rys. 1. Odpady po filetowaniu w maszynie Baader 186.



**Rys. 2.** Odpad po filetowaniu i jego główne części składowe: 1 – kręgosłup, 2 – nieobcięte pozostałości żeber, 3 – wyrostki kolczyste brzuszne, 4 – wyrostki kolczyste grzbietowe, 5 – nerka.

Warunkiem odzyskania czystego mięsa z odpadów (kręgosłupów) po filetowaniu (rys. rys.1 i 2) jest oddzielenie tych części zanieczyszczających mięso, które nie mogą być usunięte podczas separacji mechanicznej. Głównie dotyczy to nerek, która zabarwia odzyskiwane mięso wypełniając ją krwią i swoją tkanką. Ponadto usunięcie nerek i złogów krwi tętniczej zabezpiecza farsz z ryb chudych przede wszystkim przed szybkim spadkiem rozpuszczalności białek i obniżeniem jego zdolności emulgacyjno-stabilizujących, a farsz z ryb tłustych przed szybką utratą trwałości w wyniku jęlczenia tłuszczu [2].

Przyjęto założenie badawcze, że nerkę z pozostałości po filetowaniu można próbować usunąć w sposób bezpośredni lub pośredni. Sposób bezpośredni polega na jej wypłukaniu silnym strumieniem wody lub usunięciu podciśnieniowym, analogicznym do podciśnieniowego usuwania wnętrza małych ryb podczas nobbingowania. Sposób pośredni polega na odcięciu od kręgosłupa po filetowaniu jego części wraz z przylegającą nerką.

Zaletą sposobu bezpośredniego jest to, że usunięcie nerek odbywa się bez strat możliwej do odzyskania tkanki mięsnej. Wadą natomiast pozostawanie części zarówno nerek jak i wypełniającej ją krwi przy odpadzie kierowanym do separacji. Wpływa to negatywnie na zabarwienie farszu, zwłaszcza nie płukanego. Z kolei sposób pośredni jest w 100% skuteczny – nerka w całości zostaje oddzielona (odcięta) wraz z fragmentem kręgosłupa. Odbywa się to jednak kosztem nieco niższej wydajności odzyskiwania tkanki mięsnej – jej część zostaje oddzielona wraz z fragmentem kręgosłupa.

W literaturze brak danych dotyczących obu sposobów usuwania nerek z odpadów po filetowaniu. Dlatego też dla ich uzyskania przeprowadzono badania na modelach urządzeń specjalnie do tych celów zaprojektowanych. Ich wyniki stworzą uzasadnione podstawy dla zaprojektowania urządzenia, które będzie mogło być zastosowane w przemysłowych liniach produkcji farszu pozbawionego krwi z odpadów po filetowaniu, bez konieczności stosowania końcowej operacji płukania.

## MODELE URZĄDZEŃ DO BEZPOŚREDNIEGO USUWANIA NERKI

U większości ryb nerka zasłonięta jest pęcherzem pławnym (rys. 3), którego rozcięcie jest warunkiem swobodnego dostępu do nerek, umożliwiającego jej wypłukanie lub wysanie podciśnieniem. Dlatego też urządzenie do bezpośredniego usuwania nerek poza tym musi być wyposażone w moduł rozcinający ścianę pęcherza pławnego.



**Rys. 3.** Widok ściany pokrytego błoną otrzewną pęcherza pławnego, zasłaniającej nerkę.

Dla potrzeb badań zaprojektowano model takiego urządzenia, który jest modelem uniwersalnym – umożliwi badania zarówno usuwania nerek przez jej wypłukanie jak i wysanie podciśnieniowe jak również realizację odcięcia trzonu kręgosłupa na całej jego długości.

Model przystosowany do wypłukiwania nerek przedstawiono na rysunku 4.



**Rys. 4.** Model do bezpośredniego usuwania nerek metodą wypłukiwania.

Odpad (kręgosłup) po filetowaniu wkładany jest do szczeliny pomiędzy płytami fundamentowo-transportowymi wyrostkami kolczystymi grzbietowymi do dołu i po dosunięciu do modułu podająco-transportującego przeciągany jest przez jego tarcze do modułu nożowego, rozcinającego ścianę pęcherza pławnego. Elementy robocze obu modułów są zdwojone i odsunięte od siebie na regulowaną podkładkami określoną odległość  $b$ , tworząc w ten sposób szczelinę na przejściu wyrostków kolczystych brzusznych. Po rozcięciu ściany pęcherza powstałe dwa jego płaty rozchylane są na boki przez zamocowane na powierzchniach zewnętrznych bocznych noży nakładki (na rysunku 4. widoczne są otwory w nożach po zdemontowanych nakładkach). Odpad z rozchylonymi płatkami, przesuwany jest siłą tarcia modułu podająco-transportującego i noży o wyrostki kolczyste, w szczelinie pomiędzy płytami

fundamentowo-transportowymi przez strefę modułu wypłukującego.

Prędkość obrotowa tarcz modułu podająco-transportującego i noży oraz wydajność pompy modułu wypłukującego mogą być płynnie regulowane w zakresach:

- prędkość obrotowa noży  $0 \div 1380 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ ,
- prędkość obrotowa tarcz  $0 \div 600 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ ,
- wydatek wody wypłukującej  $0 \div 60 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ .

Przyjmując logicznie, że jasność płukanych powierzchni świadczy o dokładności wypłukania nerki i pozostałości krwi, można stwierdzić, że system wypłukiwania nie jest wystarczająco efektywny. Widoczne po wypłukiwaniu pozostałości krwi nadal będą, choć w mniejszym stopniu, zabarwiać odzyskiwaną w postaci farszu tkankę mięsną. Nawet wydłużenie czasu płukania do 5 sekund w niewielkim stopniu wpływało na zwiększenie skuteczności operacji wypłukiwania, a jedynie obniżało przepustowość modelu do 12 kręgosłupów na minutę. Jest to przepustowość kilkakrotnie mniejsza od przepustowości typowej fileciarki ryb białych ( $30 \div 40$  ryb na minutę), z jaką projektowane urządzenie powinno współpracować. Dlatego też mało skuteczny system usuwania nerki i pozostałości krwi drogą ich wypłukiwania został odrzucony.

Model przystosowany do wysysania nerki przedstawiony jest na rysunku 5. Powstał on w wyniku zastąpienia w modelu do wypłukiwania nerki modułu wypłukującego modułem wysysającym, składającym się z pompy próżniowej, zbiornika buforowego i króćca ssącego.



**Rys. 5.** Model do bezpośredniego usuwania nerki metodą wysysania. Na pierwszym planie widoczne elementy modułu wysysającego: pompa próżniowa, zbiornik buforowy i króciec ssący.

Działanie modelu jest analogiczne, jak w przypadku modelu wypłukującego. W zastosowanym układzie ssącym możliwym jest otrzymywanie ciśnienia absolutnego 700 hPa, przy czym wartość ciśnienia można regulować płynnie.

Podobnie jak w przypadku wypłukiwania, przeprowadzone próby wykazały, że system wysysania nerki i pozostałości krwi, nawet przy wydłużaniu czasu wysysania do 5 s (co powoduje znaczące zmniejszenie przepustowości obróbki), jest mało skuteczny.

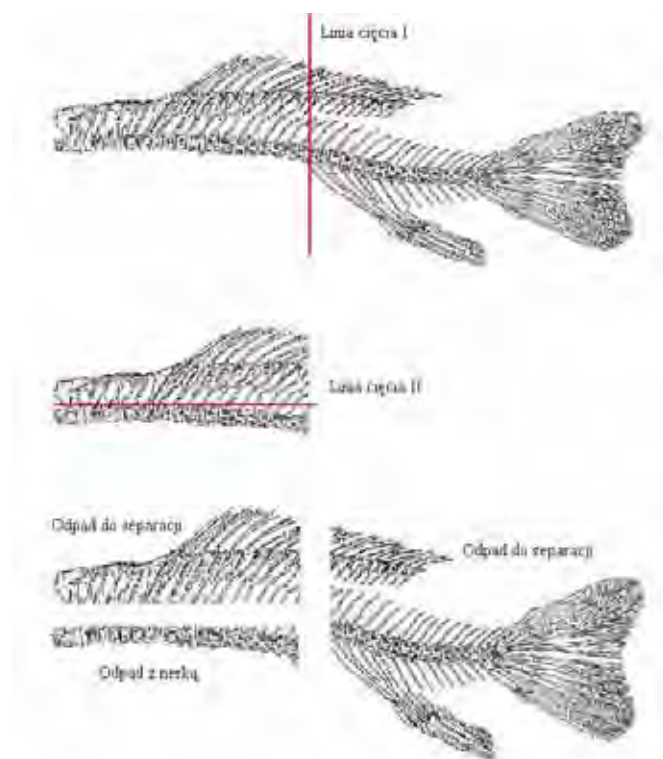
Podsumowując wyniki prób bezpośredniego usuwania nerki metodami wypłukiwania i wysysania należy stwierdzić, że charakteryzuje je niska efektywność oraz pozostawianie na powierzchni ściany pęcherza pławnego czarnej błony otrzewnej, będącej potencjalnym źródłem dodatkowego zanieczyszczenia farszu. Ponadto zmian wymaga sposób rozchylania

na boki rozciętej ściany pęcherza pławnego; zastosowane w modelu rozchylanie za pomocą nakładek na nożach było zawodne. Niekorzystne jest też pozostawianie przy kierowanym do separacji (produkcji farszu) oczyszczonym odpadzie fragmentów pęcherza pławnego; tworząca go tkanka łączna obniża jakość otrzymywanego farszu.

## KONCEPCJA MODELI URZĄDZEŃ UMOŻLIWIJĄCYCH POŚREDNIE ODDZIELANIE NERKI Z KRĘGOSŁUPÓW PO FILETOWANIU I WYNIKI PRÓB

### Pośrednie usuwanie nerki

Jak już wspomniano znane jest urządzenie, w którym nerka usuwana jest pośrednio - jest wycinana z odpadu po filetowaniu wraz z całym kręgosłupem. Jednakże zastosowany w nim kształt linii cięcia komplikował nadmiernie jego konstrukcję. Dlatego też dążąc do jej maksymalnego uproszczenia linie cięcia zmodyfikowano do postaci pokazanej na rysunku 6. Cięcie takie wykonywane jest dwoma nożami tarczowymi w opracowanym dla tego celu modelu (rys. 7).



**Rys. 6.** Linie cięcia odpadu po filetowaniu (kręgosłupów) w zaprojektowanym modelu .

Przeprowadzone próby oddzielania od odpadów po filetowaniu części kręgosłupa wraz z nerką wykazały, że model działa zgodnie z przyjętymi założeniami, oddzielając „czyste” kierowane do separacji części odpadu od fragmentu kręgosłupa z nerką i pozostałościami pęcherza pławnego (rys. 8).





Rys. 7. Model urządzenia do odcinania odpadów po filetowaniu części kręgosłupa wraz z nerką.



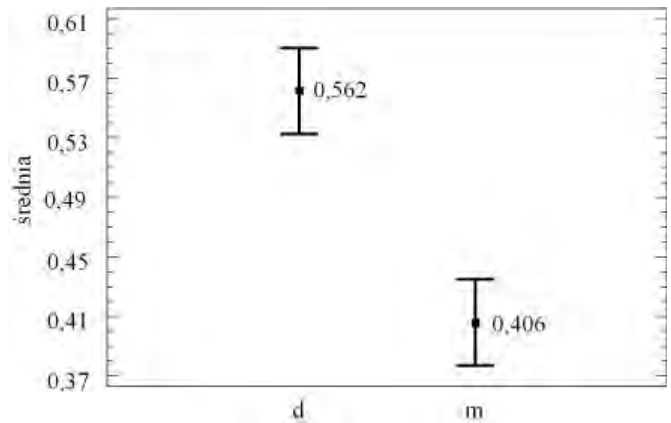
Rys. 8. Odpad po filetowaniu po obróbce w modelu kołowym.

### Wydajność oddzielania

W celu określenia wydajności kierowanych do separacji użytkowych części odpadu po filetowaniu, oddzielonych w modelu od części nieużytkowych (fragment kręgosłupa z nerką i pozostałościami pęcherza pławnego), przeprowadzono dwie serie prób. W pierwszej obróbce poddano odpady o masie o jednostkowej  $m_c \in [64,8 \text{ g}; 149,7 \text{ g}]$  i masie średniej  $m_{sr} = 102,5 \pm 27,3 \text{ g}$ , dalej określane jako „duże”, a w drugiej –  $m_c \in [60,5 \text{ g}; 109,7 \text{ g}]$  i masie średniej  $m_{sr} = 85,5 \pm 15,9 \text{ g}$ , dalej określane jako „małe”. Liczebności obu prób wynosiły po 15 kręgosłupów. Otrzymane średnie wartości wydajności z 95% przedziałem ufności pokazane są na rysunku 9.

Obrazuje on wyraźną różnicę i tendencję w wydajnościach pomiędzy obiema grupami wielkościowymi odpadów – im odpad większy tym większa jest masa jego części użytkowej.

Chociaż model poprawnie, zgodnie z przyjętą koncepcją, oddzielał części użytkowe od nieużytkowych, to jednak ich wizualna analiza wykazała, że zawierają elementy mogące zanieczyszczać farsz. Są nimi biegnące wzdłuż kręgosłupa i wypełnione pozostałością krwi naczynia krwionośne wzdłużne. Mając to na uwadze dokonano następnej modyfikacji linii cięć do postaci przedstawionej na rysunku 10, zapewniających odcięcie grzbietowych i brzusznych wyrostków kołczyстых,



Rys. 9. Średnie wydajności części użytkowych w odpadach po filetowaniu: d – odpady duże, m – odpady małe.

a pozostawiających nerkę, pozostałości pęcherza pławnego i naczynia krwionośne wzdłużne przy kręgosłupie.



Rys. 10. Zmodyfikowane linie cięcia odpadu po filetowaniu.

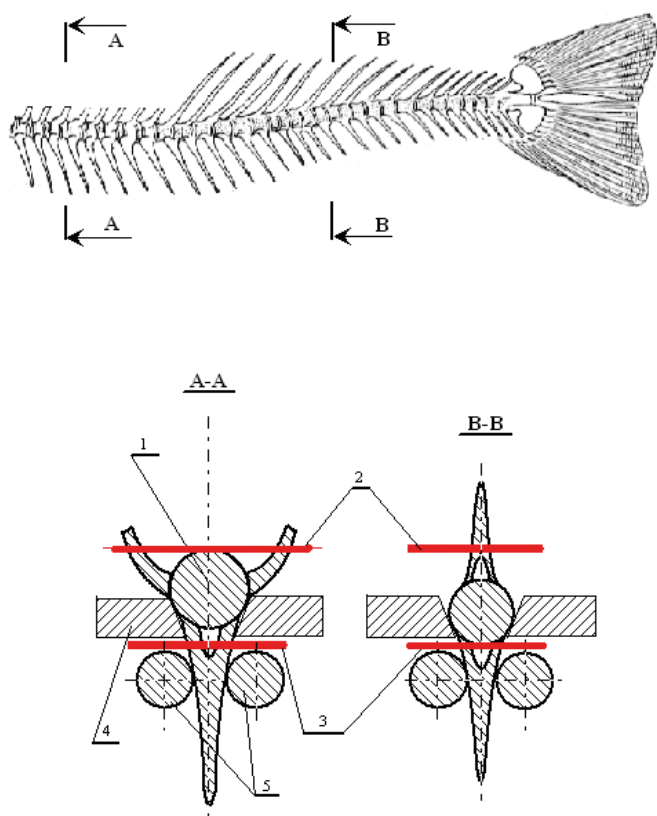
Dla tak zmodyfikowanych linii cięć przeprowadzono badania wydajności oddzielania jego części użytkowych. Do tego celu wykorzystano, nie dokonując żadnych przeróbek, model pokazany na rysunku 7. W modelu najpierw w sposób już opisany dokonano podziału odpadu na części użytkowe i nieużytkowe (rys. 8), a następnie, wykorzystując jedynie dolny nóż obcinający, w dwóch przejściach od użytkowej części ogonowej odcięto kręgosłup wraz z naczyniami krwionośnymi wzdłużnymi (linie cięcia przedstawia rysunek 11).



Rys. 11. Linie cięć dokonywanych na oddzielonej uprzednio części odpadu.

Na podstawie wyników pomiarów mas wykorzystanych w tej części eksperymentu odpadów po filetowaniu (odpady o masie o jednostkowej  $m_c \in [62,1 \text{ g}; 141,2 \text{ g}]$  i masie średniej  $m_{sr} = 99,8 \pm 24,7 \text{ g}$ ) i mas oddzielonych od nich w opisany sposób części użytkowych, dla próby o liczebności 15 kręgosłupów określono wydajność operacji. Otrzymana średnia wartość wydajności była równa 0,402, a jej 95% przedział ufności wynosił  $\pm 0,027$ .

Ponieważ wykorzystane odpady zaliczyć można do „dużych”, można stwierdzić, że modyfikacja linii cięć spowodowała obniżenie wydajności obróbki średnio o 16%; taki udział masowy w odpadzie miały dodatkowo wycięte części kręgosłupa wraz z naczyniami krwionośnymi wzdłużnymi. Tak więc w przypadku zastosowanych linii cięć do separacji kierowany jest surowiec pozbawiony składników mogących zanieczyszczać farsz, stanowiący około 60% masy odpadów po filetowaniu (kręgosłupów stanowiących 17% masy ryby pełnej). Tak więc można stwierdzić, że został osiągnięty oczekiwany cel prób, wycięcie z odpadu (z kręgosłupa) po filetowaniu części mięsa z ościami pozbawionego źródeł zmieniających kolor farszu, kosztem zmniejszenia uzyskiwanej masy farszu nie wymagającego konieczności stosowania jego płukania.



**Rys. 12.** Konceptcja urządzenia do oddzielania nerki od odpadu po filetowaniu: 1 - odpad, 2 - linia cięcia brzusznych wyrostków kolczystych, 3 - linia cięcia grzbietowych wyrostków kolczystych, 4 - płyta orientująco-prowadząca, 5 - elementy transportujące.

## POSUMOWANIE – KONCEPCJA URZĄDZENIA DOCELOWEGO

Ponieważ oddzielone opisywanymi wyżej cięciami części użytkowe odpadów pozbawione są składników mogących zanieczyszczać farsz, przyjęto, że w urządzeniu docelowym zastosowane zostaną cięcia przedstawione na rysunku 10. Konceptcje urządzenia wykonującego takie cięcia przedstawia rysunek 12.

Ponieważ do obróbki w urządzeniu trafią będą odpady z różnych zakresów wielkościowych ryb, odległość noży odcinających wyrostki kolczyste brzuszne i grzbietowe od płyty orientująco-prowadzącej będzie regulowana na podstawie pomiaru wielkości każdego kręgosłupa.

Obecnie urządzenie oparte na przedstawionej koncepcji jest wykonywane w ramach realizowanego przez Morski Instytut Rybacki tematu finansowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

## LITERATURA

- [1] Kołakowski E.: Technologia farszów rybnych, Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa, 1986.
- [2] Kawka T., Dutkiewicz D.: Maszyny do obróbki ryb i kalmarów, Zarys Konstrukcji, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk, 1986.

## LABORATORY TESTS OF MODEL DEVICES TO REMOVE KIDNEY FROM FISH SPIN AFTER FILLETING

### SUMMARY

*The paper describes results of laboratory tests of removing kidney from fish spin after filleting. The conceptual design study of kidney removing machine, based on findings, was developed.*

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

## WPŁYW ZAWARTOŚCI WODY NA PRZEMIANY FAZOWE MIESZANINY SACHAROZY Z PEKTYNĄ®

*W artykule zaprezentowano wpływ stopnia uwodnienia sacharozy amorficznej, pektyny niskometylowanej i ich mieszaniny na parametry przemian fazowych (temperatura przemiany szklistej, temperatura i ciepło krystalizacji, temperatura i ciepło topnienia). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem zawartości wody, we wszystkich badanych materiałach, nastąpiło obniżenie temperatury przemiany szklistej, krystalizacji i topnienia. Natomiast zmiany ciepła krystalizacji i ciepła topnienia nie były jednoznaczne. Obecność pektyny niskometylowanej wpłynęła na opóźnienie procesu krystalizacji sacharozy i spowodowała ponad dwukrotny wzrost wartości ciepła topnienia w porównaniu do czystej sacharozy amorficznej.*

### WSTĘP

Składniki suchej substancji wielu produktów spożywczych (biopolimery lub węglowodany o małym ciężarze cząsteczkowym) znajdują się często w stanie amorficznym [6,9]. Struktury amorficzne lub częściowo amorficzne w żywności są tworzone w różnych procesach technologicznych, w których temperatura materiału jest szybko obniżana poniżej punktu topnienia składnika mieszaniny lub woda jest szybko usuwana przez odparowanie lub tworzenie lodu [6,8]. Dobrze znanymi przykładami produktów spożywczych z amorficznymi i częściowo amorficznymi składnikami są produkty suszone, ekstrudowane, pieczone, smażone, prażone i zamrożone.

Składniki żywności występujące w metastabilnym stanie amorficznym pod wpływem zmian temperatury i wilgoci ulegają często przemianom fazowym pierwszego i drugiego rodzaju [1]. Przemiana szklista, krystalizacja, czy topnienie to najważniejsze z tych przemian. W procesie technologicznym i podczas przechowywania żywności, przemiany te nie zawsze są pożądane. Przykładowo, przemiana szklista, a następnie krystalizacja węglowodanów mogą zmieniać wydajność procesu suszenia rozpyłowego oraz pogarszają jakość suszonych produktów, powodując zlepianie i zbrylanie żywności w proszku. Przyczyniają się one również do pogorszenia cech jakościowych słodczy, zmieniając ich konsystencję (lody, cukierki). Są jednak przykłady procesów technologicznych, w których zjawiska te są korzystne, np. prowadzenie procesu aglomeracji w niskiej temperaturze, czy przebieg procesu karmelizacji cukrów w przemyśle cukierniczym. Ponadto, stosując kontrolowaną krystalizację niektórych składników żywności, otrzymuje się produkty o bardzo małej wrażliwości na wilgoć.

W literaturze znane są badania dotyczące wpływu dodatkowych składników o małym ciężarze cząsteczkowym na przebieg przemian fazowych węglowodanów. Dodatek cukrów prostych (glukozy i fruktozy) do sacharozy powoduje podwyższenie temperatury przemiany szklistej oraz podwyższa temperaturę krystalizacji sacharozy amorficznej w mieszaninie [3,7]. Natomiast dodatek jednowartościowych soli nieorganicznych (NaCl i KCl) do sacharozy spowodował obniżenie temperatury przemiany szklistej przy niskim poziomie aktywności wody oraz wzrost temperatury krystalizacji i temperatury topnienia tych mieszanin w odniesieniu do czystej sacharozy amorficznej [5]. Z kolei niewiele jest informacji dotyczących zachowania się sacharozy będącej w otoczeniu

składników o dużym ciężarze cząsteczkowym, na przebieg jej przemian fazowych. Pałacha i Karaś [4] badali wpływ dodatku agaru na przemiany fazowe jego mieszaniny z sacharozą. Stwierdzili oni, że obecność 1% agaru w mieszaninie z sacharozą amorficzną wpłynęła na podwyższenie jej temperatury krystalizacji oraz obniżenie temperatury topnienia w odniesieniu do czystej sacharozy amorficznej. Ponadto autorzy odnotowali ponad dwukrotny wzrost wartości ciepła topnienia tej mieszaniny w stosunku do czystej sacharozy. Generalnie obecność agaru w mieszaninie amorficznej z sacharozą może opóźniać proces krystalizacji, a tym samym wpływać na utrzymanie pożądanej jakości produktu w dłuższym okresie czasu.

Substancje pektynowe są naturalnymi składnikami żywności pochodzenia roślinnego, jak również są dodawane celowo do wielu produktów spożywczych pod postacią preparatów pektynowych, posiadających świetne właściwości żelujące [10]. Dotychczas przeprowadzono wiele badań dotyczących rozpuszczalności pektyn, mechanizmu ich żelowania, odkąd stosowane są one jako dodatki do żywności. Natomiast niewiele jest danych na temat przemian fazowych samej pektyny (wysoko- i niskometylowanej) oraz jej mieszanin z sacharozą.

**Celem pracy było określenie parametrów przemian fazowych (temperatury i ciepła przemiany) sacharozy amorficznej, pektyny niskometylowanej amorficznej oraz ich mieszaniny amorficznej przy wykorzystaniu różnicowej kalorymetrii skaningowej.**

### METODYKA BADAŃ

Do doświadczeń użyto chemicznie czyste substancje organiczne: D(+) sacharoza (Fluka Biochemika) oraz pektyna jabłkowa niskometylowana (Hortimex, stopień estryfikacji 30-35%, stopień amidyzacji 10-15%, zdolność żelowania 100° SAG).

#### 1. Przygotowanie form amorficznych

Formę amorficzną czystej sacharozy uzyskano przygotowując 10% roztwór wodny, który poddano zamrożeniu w zamrażarce National Lab Profit Master typ PMU 380 w temperaturze powietrza -80°C w czasie 5 godzin. Zamrożony roztwór liofilizowano w urządzeniu typu Christ Alpha 1-4 w czasie 22 godzin pod ciśnieniem 70 Pa. Temperatura liofilizacji wynosiła przez pierwsze 18 godzin 10°C, a przez kolejne 4 godziny 25°C. Otrzymaną w ten sposób formę amorficzną sacharozy przetrzymywano nad P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (a<sub>w</sub>=0,0, w temp. 25°C)

przez okres 2 tygodni w celu uzyskania całkowitej suchości materiału [4].

Formę amorficzną czystej pektyny niskometylowanej uzyskano przygotowując 1% roztwór wodny, który następnie pozostawiono na 12 godzin celem zżelowania. Uzyskany żel poddano zamrożeniu w zamrażarce wymienionej powyżej, w temperaturze powietrza  $-80^{\circ}\text{C}$  w czasie 80 godzin. Zamrożony żel liofilizowano przez 40 godzin pod ciśnieniem 70 Pa. Temperatura liofilizacji wynosiła przez pierwsze 24 godziny  $10^{\circ}\text{C}$ , a przez kolejne 16 godzin  $25^{\circ}\text{C}$ . Otrzymaną w ten sposób formę amorficzną pektyny niskometylowanej przetrzymywano nad  $\text{P}_2\text{O}_5$  przez okres 2 tygodni w celu uzyskania całkowitej suchości materiału.

Formę amorficzną mieszaniny sacharozy i pektyny niskometylowanej (w stosunku wagowym 10:1) uzyskano przygotowując 10% roztwór wodny sacharozy, który następnie podgrzano do temperatury  $70^{\circ}\text{C}$  i dodano do niego pektynę krystaliczną w ilości niezbędnej do otrzymania 1% roztworu pektyny niskometylowanej. Otrzymany roztwór pozostawiono na 12 godzin w temperaturze pokojowej celem zżelowania. Pozostałe czynności i parametry zmierzające do otrzymania formy amorficznej mieszaniny były analogiczne jak w przypadku otrzymywania formy amorficznej pektyny niskometylowanej.

Z kolei suche próbki materiałów amorficznych były przetrzymywane przez 24 godziny nad czterema różnymi nasyconymi roztworami soli o określonej aktywności wody:  $\text{LiCl}$  ( $a_w = 0,11$ , w temp.  $25^{\circ}\text{C}$ ),  $\text{CH}_3\text{COOK}$  ( $a_w = 0,23$ ),  $\text{MgCl}_2$  ( $a_w = 0,33$ ),  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ( $a_w = 0,43$ ).

## 2. Przygotowanie próbek do badań

Próbki materiałów suchych i o zmiennej zawartości wody umieszczano w standardowym naczynku aluminiowym (typ 605 01V) o znanej masie, hermetycznie je zamykano i określono ich masę na wadze Metler AE 240S z dokładnością  $\pm 0,01$  mg. Masa próbek zawierała się w przedziale od 2 do 9 mg. Zawartość wody w badanych próbkach przy danym poziomie aktywności wody zamieszczono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zawartość wody w liofilizowanych próbkach sacharozy i pektyny niskometylowanej oraz ich mieszaninie po uwodnieniu w środowisku o określonej aktywności wody

Aktywność wody	Zawartość wody [g wody/100 g s.s.]		
	sacharoza	pektyna niskometylowana	mieszanina sacharozy i pektyny
0,00	0,0	0,0	0,0
0,11	$1,7 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,3$
0,23	$2,4 \pm 0,6$	$1,7 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,5$
0,33	$5,9 \pm 0,6$	$2,7 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,7$
0,43	$6,7 \pm 0,7$	$3,4 \pm 0,3$	$8,6 \pm 0,1$

## 3. Wyznaczenie temperatury i ciepła przemian fazowych za pomocą techniki DSC

Do badań użyto mikrokalorymetru DSC UNIPAN 605M, który współpracował z komputerem wykorzystującym program pomiarowy TRANSITION. Naczynko z próbką badanego materiału umieszczano w komorze kalorymetru obok

pustego naczynka odniesienia i uruchamiano program pomiarowy. Pomiary prowadzono metodą dynamiczną (programowany liniowy wzrost temperatury) przy szybkości ogrzewania  $5 \text{ K/min}$ .

Próbki były ogrzewane od temperatury początkowej  $25^{\circ}\text{C}$  do odpowiednio dobranej (zależnej od termicznych właściwości substancji zawartych w próbce) temperatury końcowej. Po zakończeniu pomiaru, na podstawie sporządzonego termogramu, wyznaczono temperaturę przemiany szklistej ( $T_{g1}$  – temperatura początkowa przemiany szklistej,  $T_{g2}$  – temperatura końcowa przemiany szklistej), temperaturę krystalizacji ( $T_{\text{cronset}}$  – temperatura początkowa krystalizacji,  $T_{\text{cr}}$  – temperatura pików krystalizacji), temperaturę topnienia ( $T_{\text{monset}}$  – temperatura początkowa topnienia,  $T_{\text{m}}$  – temperatura pików topnienia) oraz utajone ciepło krystalizacji ( $\Delta H_{\text{cr}}$ ) i topnienia ( $\Delta H_{\text{m}}$ ). Dla każdego poziomu aktywności wody pomiary wykonano w 3 powtórzeniach.

## OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Na termogramach DSC stwierdzono obecność przemiany szklistej, krystalizację i topnienie dla sacharozy amorficznej i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną. Natomiast nie stwierdzono przemiany szklistej oraz krystalizacji dla amorficznej pektyny niskometylowanej, obserwując jedynie obecność endotermicznego pików topnienia. Podobne zachowanie jak dla pektyny niskometylowanej, stwierdzili Iijima i wsp. [2] dla pektyny wysokometylowanej podczas ogrzewania próbek materiału od temperatury  $0^{\circ}\text{C}$  do temperatury  $180^{\circ}\text{C}$ .

### 1. Temperatura przemiany szklistej sacharozy i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną

**Tabela 2.** Wartości temperatury przemiany szklistej sacharozy amorficznej oraz jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną

Aktywność wody	Sacharoza		Mieszanina sacharozy z pektyną niskometylowaną	
	$T_{g1}, ^{\circ}\text{C}$	$T_{g2}, ^{\circ}\text{C}$	$T_{g1}, ^{\circ}\text{C}$	$T_{g2}, ^{\circ}\text{C}$
0,00	$50,4 \pm 1,4$	$65,1 \pm 0,9$	$53,7 \pm 1,5$	$69,5 \pm 1,3$
0,11	$48,7 \pm 2,5$	$63,4 \pm 4,0$	$51,6 \pm 1,0$	$68,2 \pm 0,7$
0,23	$45,4 \pm 2,1$	$61,9 \pm 3,1$	$47,5 \pm 0,9$	$65,3 \pm 1,6$
0,33	-	-	-	-
0,43	-	-	-	-

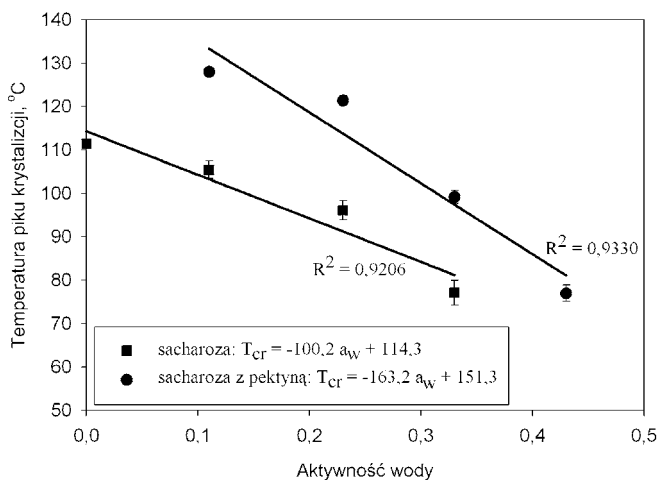
W tabeli 2 przedstawiono wartości temperatury przemiany szklistej ( $T_{g1}$  i  $T_{g2}$ ) sacharozy amorficznej oraz jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną. Stwierdzono, iż wraz ze wzrostem aktywności wody środowiska malała początkowa i końcowa temperatura przemiany szklistej dla obu materiałów. W przypadku próbek przechowywanych w środowisku o aktywności wody 0,33 i 0,43 nie stwierdzono przemiany szklistej, ponieważ zachodziła ona wcześniej, w czasie 24 godzinnego przetrzymywania próbek w temperaturze pokojowej. Obniżenie się temperatury przemiany szklistej amorficznych próbek obu materiałów wraz ze wzrostem zawartości wody (tab. 1) jest potwierdzeniem plastyfikującego oddziaływania wody [7].

Obecność pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą amorficzną podwyższyła temperaturę jej przemiany

szklistej (zarówno  $T_{g1}$  i  $T_{g2}$ ) o 3 – 4°C przy danym poziomie aktywności wody środowiska, w odniesieniu do czystej sacharozy amorficznej. Prawdopodobnie dodatek pektyny niskometylowanej w mieszaninie bardziej stabilizował próbkę, wpływając na wzrost jej lepkości oraz stwarzając zawadę przestrzenną dla cząsteczek sacharozy. Natomiast nieco inaczej zachowywała się próbka mieszaniny amorficznej sacharozy z dodatkiem innego hydrokoloidu, agaru. Pałacha i Karaś [4] wykazali, że 1% dodatek agaru w mieszaninie spowodował obniżenie temperatury przemiany szklistej o około 5°C w stosunku do czystej sacharozy amorficznej.

**2. Temperatura i ciepło krystalizacji sacharozy i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną**

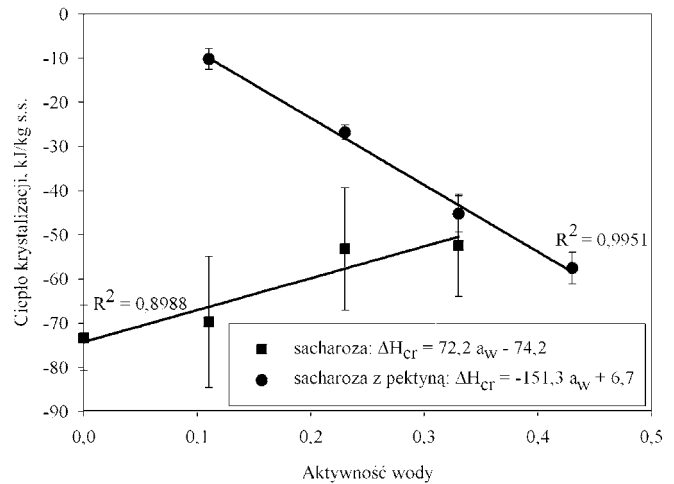
Dla suchej próbki ( $a_w=0,00$ ) amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną niskometylowaną nie zaobserwowano egzotermicznego piku krystalizacji. Pojawił się on dopiero przy aktywności wody 0,11, co oznacza, że konieczna była obecność wody w próbce, aby zaszła krystalizacja amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną. Należy również odnotować fakt, że piki krystalizacji amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną były bardziej szerokie i płaskie, w porównaniu z wąskimi i wysokimi pikami krystalizacji czystej sacharozy amorficznej.



**Rys.1.** Zależność temperatury piku krystalizacji od aktywności wody dla sacharozy amorficznej i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną.

Na rysunku 1 przedstawiono zależność temperatury piku krystalizacji sacharozy amorficznej i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną od poziomu aktywności wody. Stwierdzono, podobnie jak w przypadku temperatury przemiany szklistej, obniżenie temperatury krystalizacji wraz ze wzrostem aktywności wody środowiska. Uzyskane wartości temperatury piku krystalizacji amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną były wyższe od wartości  $T_{cr}$  dla czystej sacharozy amorficznej. Przy aktywności wody 0,23 odnotowano największą wartość różnicy temperatury wynoszącą 25,3°C. Zarówno dla czystej sacharozy amorficznej i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną następował liniowy spadek wartości temperatury piku krystalizacji wraz ze wzrostem zawartości wody w próbkach w badanym zakresie  $a_w$ . Przy czym, w przypadku mieszaniny sacharozy z pektyną dynamika spadku temperatury piku krystalizacji była większa (wyższa wartość współczynnika kierunkowego prostej). Ponadto, egzotermiczny pik krystalizacji dla mieszaniny sacharozy z pektyną

obserwowano jeszcze przy aktywności wody równej 0,43, natomiast dla czystej sacharozy amorficznej, przy tej aktywności wody, piku krystalizacji nie stwierdzono. Tym samym, obecność pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą opóźniła jej proces krystalizacji, ograniczając ruch cząsteczek sacharozy dążących do wbudowania się w siatkę krystaliczną i przesunęła temperaturę krystalizacji do wyższych wartości. Podobne zachowanie stwierdzono dla amorficznej mieszaniny sacharozy z agarem [4].



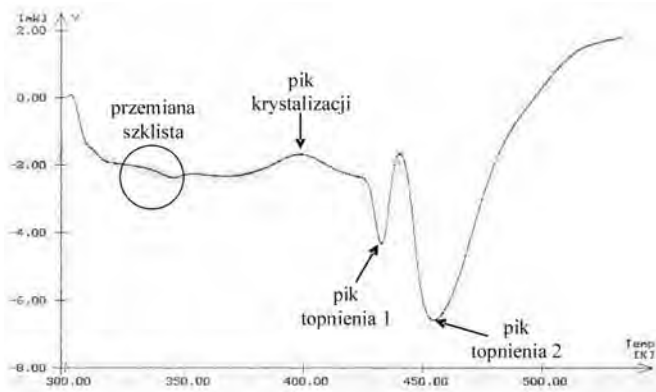
**Rys.2.** Zależność ciepła krystalizacji od aktywności wody dla sacharozy amorficznej i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną.

Wartości ciepła krystalizacji sacharozy amorficznej i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną przedstawiono na rysunku 2. Wpływ uwodnienia tych dwóch materiałów na przebieg zmian ich ciepła krystalizacji był zdecydowanie odmienny. W przypadku czystej sacharozy amorficznej stwierdzono spadek wartości ciepła krystalizacji wraz ze wzrostem aktywności wody. Zjawisko to należy tłumaczyć faktem, że wraz ze wzrostem zawartości wody coraz mniejsza część badanej próbki pozostawała w stanie amorficznym zdolnym do krystalizacji. Powyżej aktywności wody 0,33 próbki czystej sacharozy amorficznej skryształizowały całkowicie już w temperaturze pokojowej. Natomiast w przypadku amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną ciepło krystalizacji rosło wraz ze wzrostem poziomu aktywności wody, a wysoka wartość współczynnika kierunkowego prostej świadczyła o dużej dynamice wzrostu tego ciepła. Prawdopodobnie pektyna niskometylowana jako zawada przestrzenna, poprzez zwiększenie lepkości środowiska, ograniczała ruch cząsteczek do zarodków krystalizacji, a z drugiej strony wzrost zawartości wody uplastyczniał materiał, wywołując spadek jego lepkości i sprzyjał migracji większej liczby cząsteczek do centrów krystalizacji.

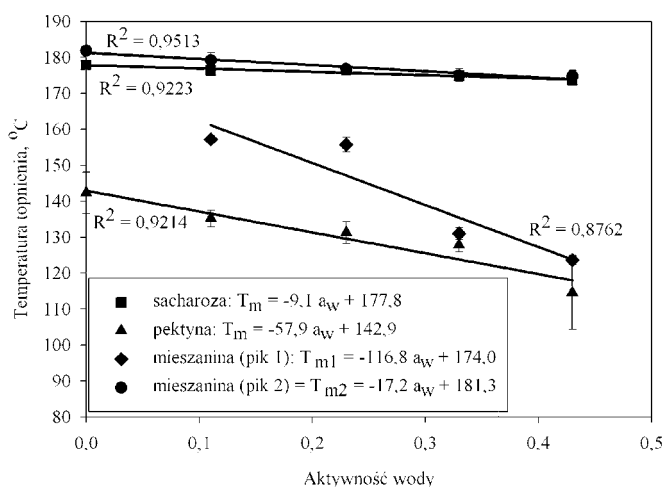
**3. Temperatura i ciepło topnienia sacharozy, pektyny niskometylowanej i ich mieszaniny**

Na termogramach DSC sacharozy oraz pektyny niskometylowanej stwierdzono jeden endotermiczny pik topnienia. Natomiast dla mieszaniny sacharozy z pektyną niskometylowaną, w środowisku o aktywności 0,11 i wyższym, stwierdzono dwa piki topnienia (rys. 3).

Wartości temperatury piku topnienia sacharozy, pektyny niskometylowanej oraz mieszaniny obu materiałów po ich uwodnieniu, przedstawiono na rysunku 4. Generalnie



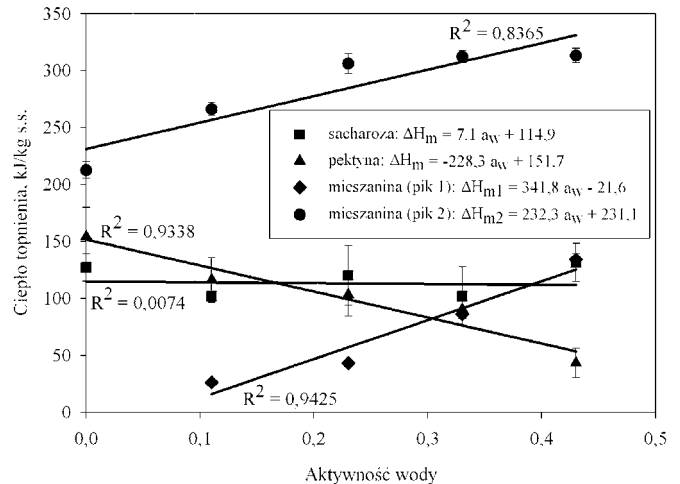
Rys.3. Termogram DSC amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną niskometylowaną ( $a_w=0,11$ ).



Rys.4. Zależność temperatury topnienia od aktywności wody dla sacharozy amorficznej, pektyny niskometylowanej i ich mieszaniny.

stwierdzono, że uwodnienie próbek miało wpływ na spadek temperatury pików topnienia badanych materiałów. Dla wszystkich poziomów aktywności wody najniższą wartością temperatury pików topnienia charakteryzowała się próbka pektyny niskometylowanej, a największą dynamiką spadku temperatury pików topnienia, charakteryzowała się próbka mieszaniny sacharozy z pektyną (pierwszy pik topnienia). Podobną tendencję spadku temperatury topnienia wraz ze wzrostem zawartości wody uzyskali Roos i Karel [7] dla mieszaniny sacharozy z fruktozą, Pałacha i Borusiak [3] dla mieszaniny sacharozy z glukozą i fruktozą oraz Pałacha i Karaś [4] dla mieszaniny sacharozy z agarem. Autorzy zjawisko to tłumaczyli, podobnie jak obniżenie temperatury przemiany szklistej i krystalizacji, plastyfikującym wpływem wody.

Temperatura pików topnienia suchej sacharozy amorficznej była o 35,6°C wyższa od  $T_m$  suchej pektyny niskometylowanej, a przy najwyższym uwodnieniu materiałów ( $a_w=0,43$ ) różnica ta wzrosła do prawie 60°C. Dodatek pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą spowodował obecność dwóch pików topnienia, przy czym wartości temperatury pierwszego pików topnienia mieściły się pomiędzy wartościami  $T_m$  dla obu materiałów, a wartości temperatury drugiego pików topnienia były zbliżone do wartości uzyskanych dla czystej sacharozy amorficznej.



Rys.5. Zależność ciepła topnienia od aktywności wody dla sacharozy amorficznej, pektyny niskometylowanej i ich mieszaniny.

Wpływ uwodnienia zarówno sacharozy amorficznej, pektyny niskometylowanej jak i ich mieszaniny na wartości ich ciepła topnienia nie był jednoznaczny (rys. 5). Dla sacharozy amorficznej wartości ciepła topnienia utrzymywały się na stałym poziomie, dla pektyny niskometylowanej zdecydowanie obniżały się ze wzrostem stopnia uwodnienia, a dla mieszaniny sacharozy z pektyną stwierdzono, dla obu pików topnienia, wzrost wartości  $T_m$ . Przy czym, dynamika spadku ciepła topnienia dla próbek pektyny niskometylowanej była niższa od dynamiki wzrostu  $\Delta H_m$  dla mieszaniny sacharozy z pektyną. Charakterystyczny jest fakt, że wartości ciepła drugiego pików topnienia, w zależności od stopnia uwodnienia próbek, były od 2 do 3 razy wyższe od wartości uzyskanych dla sacharozy amorficznej i od 2 do 7 razy wyższe od wartości uzyskanych dla pektyny niskometylowanej. Podobny wzrost wartości ciepła topnienia w stosunku do sacharozy amorficznej uzyskali Pałacha i Pawluczak [5] dla mieszanin sacharozy z solami nieorganicznymi (NaCl i KCl), oraz Pałacha i Karaś [4] dla mieszaniny sacharozy z agarem.

## WNIOSKI

1. Wzrost zawartości wody spowodował obniżenie temperatury przemiany szklistej, temperatury krystalizacji i temperatury topnienia, zarówno sacharozy amorficznej jak i jej mieszaniny z pektyną niskometylowaną.
2. Obecność pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą amorficzną podwyższyła temperaturę jej przemiany szklistej o 3-4°C, a temperaturę krystalizacji o ponad 20°C, w odniesieniu do sacharozy amorficznej. Tym samym, jej obecność w mieszaninie opóźniła proces krystalizacji.
3. Ciepło krystalizacji amorficznej mieszaniny sacharozy z pektyną niskometylowaną rosło wraz ze wzrostem uwodnienia próbki, natomiast w przypadku sacharozy amorficznej stwierdzono zależność odwrotną.
4. Obecność pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą spowodowała pojawienie się dwóch pików topnienia, przy czym wartości temperatury pierwszego pików topnienia mieściły się pomiędzy wartościami  $T_m$  dla czystych składników mieszaniny, a wartości temperatury drugiego

piku topnienia były zbliżone do wartości uzyskanych dla czystej sacharozy amorficznej.

5. Wpływ uwodnienia na wartości ciepła topnienia, zarówno sacharozy amorficznej, pektyny niskometylowanej jak i ich mieszaniny, nie był jednoznaczny. Tym niemniej, obecność pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą spowodowała, że wartości ciepła drugiego piku topnienia, w zależności od stopnia uwodnienia próbek, były kilkakrotnie wyższe od wartości ciepła topnienia czystej sacharozy amorficznej i czystej pektyny niskometylowanej.
6. Obecność pektyny niskometylowanej w mieszaninie z sacharozą opóźnia proces krystalizacji cukru, a tym samym przedłuża trwałość żywności zawierającej te składniki.

## LITERATURA

- [1] Atkins P.W.: Chemia fizyczna, Warszawa, WNT, 2001.
- [2] Iijima M., Nakamura K., Hatakeyama T., Hatakeyama H.: Phase transition of pectin with sorbed water, Carbohydrate Polymers, 2000, 41, 1001-1006.
- [3] Pałacha Z., Borusiak A.: Effect of water content on the phase transitions of selected amorphous carbohydrates, In: Properties of Water in Foods, (ed. P.P. Lewicki), XI-th Seminar, Warsaw Agricultural University Press, 2000, 43-51.
- [4] Pałacha Z., Karaś M.: Wpływ zawartości wody na przemiany fazowe mieszanin sacharozy z agarem, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2004, 14/25(2), 26-29.
- [5] Pałacha Z., Pawluczak K.: Study of the phase transitions of sucrose mixtures with monovalent inorganic salts, Acta Agrophysica, 2002, 77, 95-104.
- [6] Roos Y., Karel M.: Applying state diagrams to food processing and development, Food Technology, 1991, 45(12), 66, 68-71, 107.
- [7] Roos Y., Karel M.: Plasticizing effect of water on thermal behaviour and crystallization of amorphous models, Journal of Food Science, 1991, 56(1), 38-43.
- [8] Roos Y., Karel M., Kokini J.L.: Glass transitions in low moisture and frozen foods: Effects on shelf life and quality, Food Technology, 1996, 50(11), 95-108.
- [9] Slade L., Levine H.: Structural stability of intermediate moisture foods – a new understanding, In: Food Structure – Its Creation and Evaluation (eds. J.R. Mitchell and J.M.V. Blanshard), Butterworths, London, 1987, 115-136.
- [10] Tomasik P.: Sacharydy w żywności – budowa i przekształcenia, W: Chemia żywności, Skład, przemiany i właściwości żywności (red. Z.E. Sikorski), Warszawa, WNT, 2002, 106-151.

## EFFECT OF WATER CONTENT ON THE PHASE TRANSITIONS OF SUCROSE MIXTURE WITH LOW METHOXYL PECTIN

### SUMMARY

*In the paper the effects of the degree of hydration of amorphous sucrose, low methoxyl pectin and their mixture on the parameters of phase transitions (glass transition temperature, the temperature and heat of crystallization, melting temperature and heat) were investigated. Increase in water content in all analyzed materials caused a decrease of the glass transition, crystallization and melting temperatures. Whereas changes of heats of crystallization and melting were not unambiguous. Presence of low methoxyl pectin delayed sucrose crystallization and caused over a twofold increase in the value of melting heat as compared to pure amorphous sucrose.*

Dr inż. Ewelina HALLMANN  
 Mgr inż. Małgorzata SIKORA  
 Dr hab. Ewa REMBIAŁKOWSKA  
 Zakład Żywności Ekologicznej, SGGW w Warszawie

## PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW PRZECIWUTLENIAJĄCYCH W OWOCACH PAPRYKI ŚWIEŻEJ I MROŻONEJ POCHODZĄCEJ Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ®

*Żywność ekologiczna jest dla konsumentów synonimem wysokiej jakości oraz gwarancji bezpieczeństwa produkcji. Istnieją podstawy naukowe pozwalające przypuszczać, że warzywa i owoce z produkcji ekologicznej są bogatsze w liczne związki bioaktywne o charakterze przeciwutleniającym. Dlatego uznano za celowe podjęcie prezentowanych badań, porównujących zawartość związków biologicznie czynnych w owocach papryki. Do doświadczenia użyto dwie odmiany papryki słodkiej Roberta i Ożarowska. W owocach świeżych oraz po mrożeniu oznaczono następujące składniki bioaktywne: witaminę C, karotenoidy (z rozdziałem na frakcje beta-karotenu, likopenu i luteiny), flawonoidy oraz zawartość suchej masy. Zgromadzone wyniki wskazały, że papryka ekologiczna była zasobniejsza w beta-karoten, luteinę i witaminę C w porównaniu do papryki konwencjonalnej. Proces mrożenia miał niekorzystny wpływ na zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki.*

### WPROWADZENIE

Jakość żywności od wielu lat jest przedmiotem zainteresowania zarówno naukowców, jak i konsumentów. Wynika to z rosnącej wiedzy na temat wpływu odżywiania na zdrowie człowieka. Badania dowodzą, że warzywa i owoce pochodzące z upraw konwencjonalnych często zawierają nadmierne ilości kontaminantów. Głównym źródłem zanieczyszczeń żywności są środki stosowane w produkcji rolniczej [12]. Pobrane z żywnością związki szkodliwe stanowią potencjalne ryzyko dla zdrowia ludzi i zwierząt [18, 21]. Dlatego nowoczesnemu rolnictwu przeciwstawia się rolnictwo ekologiczne, którego głównym celem jest dbałość o środowisko i produkcja żywności o większej wartości biologicznej. Warzywa i owoce z produkcji ekologicznej są bogatsze w liczne związki o charakterze przeciwutleniającym [2, 13, 15], dlatego mogą przyczynić się do promocji zdrowia. Jednak wiedza o wartości odżywczej i zawartości związków antyoksydacyjnych w owocach papryki z produkcji ekologicznej w porównaniu do konwencjonalnej jest wciąż niewystarczająca. Ponieważ papryka cieszy się coraz większym zainteresowaniem konsumentów, uznano za celowe podjęcie prezentowanych badań.

### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2007 w Zakładzie Żywności Ekologicznej SGGW. Materiał do badań w postaci dwóch odmian papryki Roberta oraz Ożarowska pozyskano z certyfikowanych gospodarstw ekologicznych i gospodarstw konwencjonalnych z terenu woj. Mazowieckiego. Oznaczeń wartości odżywczej dokonano na świeżo, zaraz po przywiezieniu, oraz po procesie mrożenia. Owoce papryki przeznaczone do mrożenia, pokrojone w cząstki i zapakowane w foliowe woreczki wstawiono na 12 godzin do temperatury  $-80^{\circ}\text{C}$ , a następnie przeniesiono do zamrażarki  $-20^{\circ}\text{C}$  i przetrzymano 8 miesięcy. Owoce papryki, na świeżo i po rozmrożeniu, poddano analizie na zawartość związków przeciwutleniających: flawonoli ogółem metodą Christa-Müllera [17], karotenoidów z rozdziałem na frakcje beta-karotenu, likopenu i luteiny metodą chromatografii kolumnowej [16, 19, 6, 8],

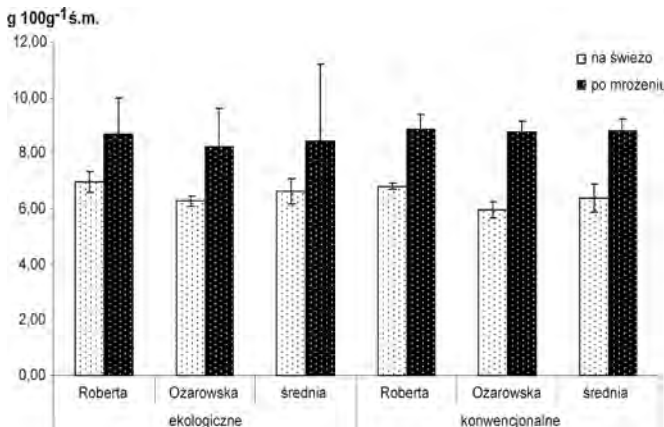
witaminę C metodą Tillmansa [11] oraz zawartość suchej masy metodą wagową [10]. Wyniki dotyczące analiz chemicznych poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statgraphics 4.1, przy poziomie istotności  $\alpha = 0.05$ .

### WYNIKI

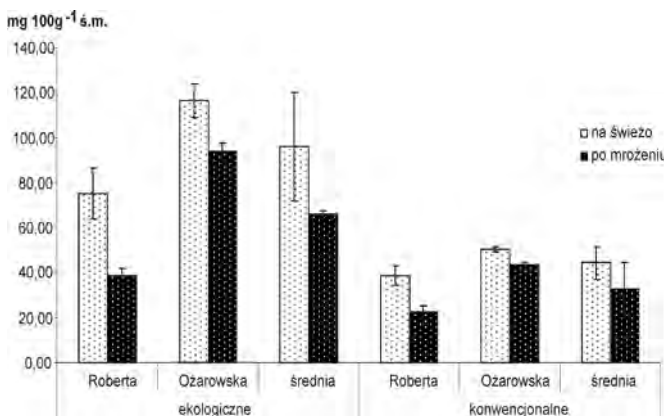
Zgromadzone wyniki wskazują, że papryka z produkcji ekologicznej charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy w owocach i było to  $6,63 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{s.m.}$ , podczas gdy papryka konwencjonalna wytworzyła  $6,38 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{s.m.}$  (rys. 1), jednak różnice te nie były istotne statystycznie. Odmiana Roberta charakteryzowała się większą tendencją do gromadzenia suchej masy w owocach w porównaniu do drugiej badanej odmiany Ożarowska w obu systemach uprawowych. Po procesie mrożenia stwierdzono wzrost zawartości suchej masy w badanych owocach ze wszystkich grup i średnio było to 27,6% oraz 38,8%, odpowiednio dla uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Podczas procesu zamrażania w komórkach owoców następuje krystalizacja soku komórkowego. Można więc przypuszczać, że wzrost zawartości suchej masy spowodowany był utratą części soku komórkowego, który po rozmrożeniu wyciekał przez uszkodzone błony komórkowe. Większy przyrost zawartości suchej masy po zamrożeniu stwierdzono dla odmiany Roberta i było to odpowiednio  $8,68 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{s.m.}$  w uprawie ekologicznej oraz  $8,85 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{s.m.}$  w uprawie konwencjonalnej (rys. 1). Na zawartość witaminy C miał istotny wpływ sposób uprawy, badana odmiana oraz proces mrożenia. Papryka ekologiczna wytworzyła istotnie więcej witaminy C w porównaniu z konwencjonalną i było to odpowiednio  $95,85 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{s.m.}$  oraz  $44,40 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{s.m.}$  (rys. 2). Odmiana Ożarowska charakteryzowała się wyższą zawartością witaminy C w obu systemach uprawowych w porównaniu do odmiany Roberta i to zarówno w przypadku owoców świeżych, jak i po zamrożeniu. Proces mrożenia i rozmrażania wpłynął niekorzystnie na zawartość witaminy C. Stwierdzono spadek zawartości witaminy C dla uprawy ekologicznej o 34,1% i dla uprawy konwencjonalnej o 27,8%. Mimo to po mrożeniu papryka ekologiczna nadal zawierała więcej witaminy C



w owocach w porównaniu do owoców konwencjonalnych i było to odpowiednio 66,13 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. oraz 32,86 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. (rys. 2).

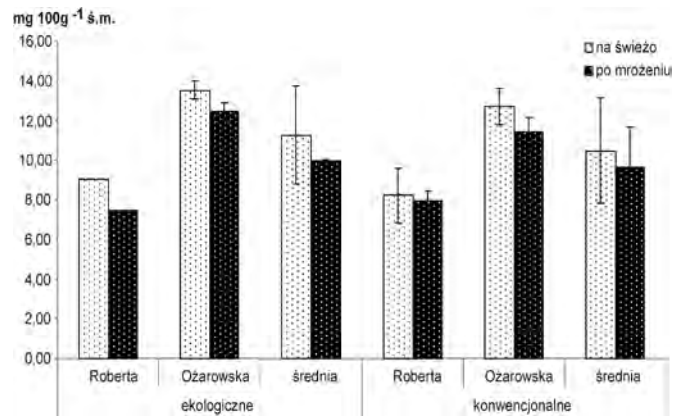


**Rys.1.** Średnia zawartość suchej masy w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, analizowanych na świeżo, oraz po zamrożeniu. p-value (uprawa) <0,0000; (odmiana) n.s.; (przetworzenie) <0,0000; (uprawa x odmiana) n.s.; (uprawa x przetworzenie) n.s.; (odmian x przetworzenie) n.s.



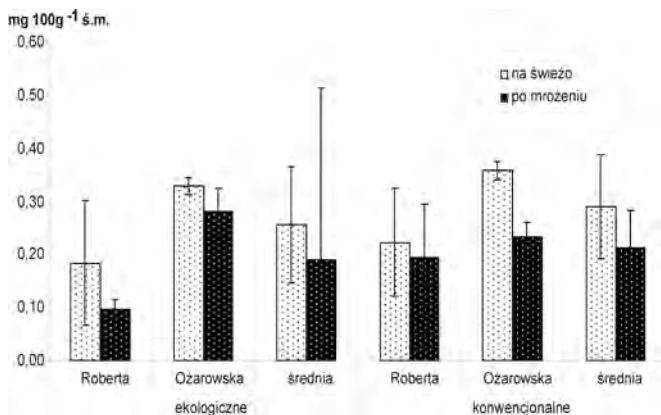
**Rys.2.** Średnia zawartość witaminy C w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, analizowanych na świeżo, oraz po zamrożeniu. p-value (uprawa) <0,0000; (odmiana) <0,0000; (przetworzenie) <0,0000; (uprawa x odmiana) <0,0000; (uprawa x przetworzenie) 0,0009; (odmian x przetworzenie) 0,00029.

Zastosowana metoda uprawy nie miała istotnego wpływu na gromadzenie się flawonoli w owocach badanych odmian papryki. Chociaż w uprawie ekologicznej owoce papryki wykazały tendencję do większego gromadzenia się rutyny niż w uprawie konwencjonalnej i było to odpowiednio 11,26 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. oraz 10,47 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. (rys. 3). Przeprowadzone doświadczenie z zamrażaniem owoców wykazało, że proces mrożenia miał istotny wpływ na zmiany zawartości flawonoli. Po mrożeniu stwierdzono ich spadek w owocach papryki w obu systemach uprawy i średnio było to 12,7% oraz 6,8%, odpowiednio w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. Zarówno przed jak i po procesie mrożenia bardziej zasobna okazała się odmiana Ozarowska, której owoce zawierały odpowiednio 13,50 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. i 12,45 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. rutyny w układzie ekologicznym oraz 12,71 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. i 11,39 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. rutyny w układzie konwencjonalnym (rys. 3).

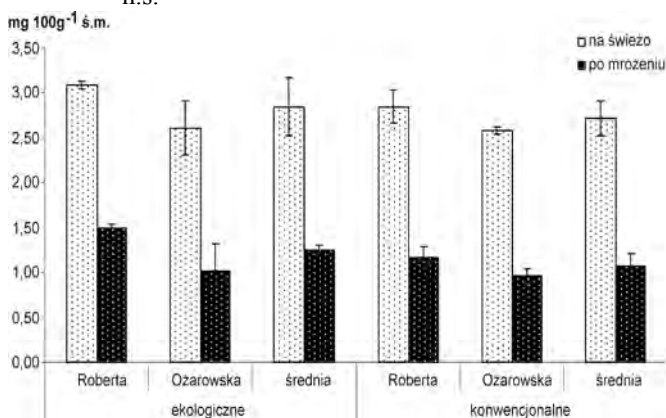


**Rys.3.** Średnia zawartość flawonoli w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, analizowanych na świeżo, oraz po zamrożeniu. p-value (uprawa) n.s.; (odmiana) <0,0000; (przetworzenie) 0,0021 (uprawa x odmiana) n.s.; (uprawa x przetworzenie) n.s.; (odmian x przetworzenie) n.s.

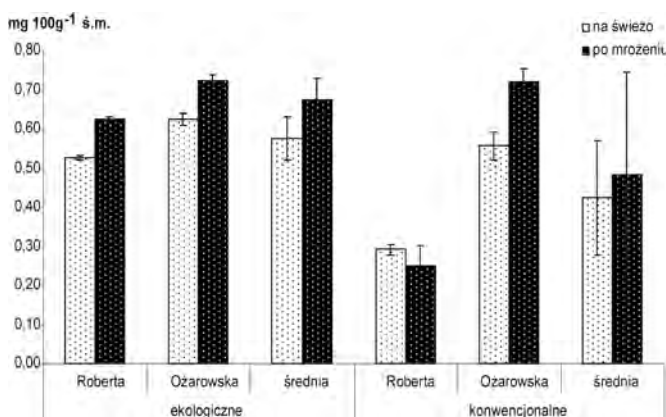
W przypadku karotenoidów stwierdzono, że tylko odmiana i proces mrożenia determinowały w sposób istotny zawartość likopenu w owocach papryki. Mrożenie wpłynęło negatywnie na zawartość tego barwnika. Stwierdzono ubytek likopenu o 31,0% dla uprawy ekologicznej i o 24,1% dla uprawy konwencjonalnej. Zarówno przed jak i po mrożeniu odmiana Ozarowska charakteryzowała się wyższą zawartością likopenu w porównaniu do odmiany Roberta i było to odpowiednio 0,33 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. i 0,28 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. w systemie ekologicznym oraz 0,36 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. i 0,23 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. w systemie konwencjonalnym (rys. 4). Zgromadzone wyniki dotyczące zawartości beta-krotenu wskazały, że odmiana Roberta była zasobniejsza w ten barwnik, w obu systemach uprawy i zawierała odpowiednio 3,09 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. w uprawie ekologicznej oraz 2,85 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. w uprawie konwencjonalnej (rys. 5). Po procesie mrożenia stwierdzono spadek zawartości beta-krotenu w badanych owocach i średnio było to 56,5% dla odmian ekologicznych oraz 60,9% dla odmian konwencjonalnych. Zarówno przed jak i po mrożeniu owoce papryki ekologicznej zawierały istotnie więcej beta-karotenu w porównaniu z owocami konwencjonalnymi i było to odpowiednio 2,85 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. i 1,25 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. oraz 2,71 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. i 1,06 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. (rys. 5). Na zawartość luteiny w owocach papryki miały istotny wpływ zarówno metoda uprawy, badana odmiana jak też proces mrożenia. Owoce z produkcji ekologicznej były istotnie zasobniejsze w ten barwnik 0,58 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m., w porównaniu do tych z produkcji konwencjonalnej 0,42 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. (rys. 6). Po procesie mrożenia stwierdzono wzrost zawartości luteiny w badanych owocach ze wszystkich grup i średnio było to 17,2% oraz 7,4%, odpowiednio dla uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. W procesie syntezy karotenoidów luteina powstaje w wyniku utlenienia beta-karotenu. Jak wskazuje rys. nr 5 zawartość beta-karotenu po procesie zamrażania spadła, natomiast zawartość luteiny wzrosła (rys. 6). Można więc przypuszczać, że wzrost zawartości luteiny spowodowany był utlenieniem się beta-karotenu. Większy przyrost zawartości luteiny po zamrożeniu stwierdzono dla odmiany Ozarowska i było to odpowiednio 0,67 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. w systemie ekologicznym oraz 0,48 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m. w systemie konwencjonalnym (rys. 6).



**Rys.4.** Średnia zawartość likopenu w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, analizowanych na świeżo, oraz po zamrożeniu. p-value (uprawa) n.s.; (odmiana) <0,0004; (przetworzenie) 0,010 (uprawa x odmiana) n.s.; (uprawa x przetworzenie) n.s.; (odmian x przetworzenie) n.s.



**Rys.5.** Średnia zawartość beta-karotenu w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, analizowanych na świeżo, oraz po zamrożeniu. p-value (uprawa) 0,004; (odmiana) 0,0001; (przetworzenie) <0,000 (uprawa x odmiana) n.s.; (uprawa x przetworzenie) n.s.; (odmian x przetworzenie) n.s.



**Rys.6.** Średnia zawartość luteiny w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, analizowanych na świeżo, oraz po zamrożeniu. p-value (uprawa) <0,000; (odmiana) <0,000; (przetworzenie) 0,0001 (uprawa x odmiana) <0,0000; (uprawa x przetworzenie) n.s.; (odmian x przetworzenie) n.s.

## DYSKUSJA

Cytowane wyniki badań, dotyczące żywności ekologicznej, są trudne do interpretacji. Jedne z nich podają, że żywność ekologiczna, a w szczególności warzywa i owoce zawierają więcej substancji bioaktywnych [2, 13, 15], lecz inne temu zaprzeczają [1, 5]. Owoce papryki są bogatym źródłem związków o charakterze przeciwutleniającym. Związki te mają bardzo pozytywny wpływ na zdrowie człowieka [1, 3].

Flawonoidy są znane ze swoich silnych właściwości przeciwutleniających, dlatego też nazywane są zmiataczami wolnych rodników. W prezentowanych badaniach papryka z produkcji ekologicznej charakteryzowała się nieznacznie wyższą zawartością flawonoli w owocach jednak różnice te nie były istotne statystycznie. Również Marin i in. (2004) wykazali nieznacznie wyższą zawartość flawonoli w owocach papryki [9]. Podobnie Hallmann i Rembiałkowska (2007) podają, że zastosowana metoda uprawy nie miała istotnego wpływu na zawartość flawonoli w owocach papryki. Dowiodły one również, że odmiana Ozarowska była bardziej zasobna w rutynę w porównaniu do odmiany Roberta i było to 13,50 mg·100g<sup>-1</sup>s.m. w systemie ekologicznym oraz 12,71 mg·100g<sup>-1</sup>s.m. w systemie konwencjonalnym [7]. Wyniki te nie są zgodne z tymi, które wcześniej uzyskali Asami i in. (2003) oraz Rembiałkowska i in. (2003 i 2005). Stwierdzili oni wyższą zawartość flawonoidów w badanych gatunkach owoców i warzyw uprawianych ekologicznie [2, 14, 15].

Głównym źródłem witaminy C w diecie człowieka są warzywa i owoce. Prezentowane badania wykazały istotnie wyższą zawartość witaminy C w papryce z produkcji ekologicznej w porównaniu z konwencjonalną. Wyniki te są zgodne z tym, co uzyskały Hallmann i Rembiałkowska (2007). Wykazały one również, że odmiana Ozarowska charakteryzowała się wyższą zawartością witaminy C w obu systemach uprawowych w porównaniu do odmiany Roberta i było to 116,51 mg·100g<sup>-1</sup>s.m. w układzie ekologicznym oraz 50,35 mg·100g<sup>-1</sup>s.m. w układzie konwencjonalnym [7]. Także we wcześniejszych badaniach Rembiałkowska i in. (2005) znaleźli wyższą zawartość kwasu l-askorbinowego w uprawie ekologicznej pomidorów. Szczególnie dużo było w odmianie typu cherry 20,57 mg·100g<sup>-1</sup>s.m. i 17,82 mg·100g<sup>-1</sup>s.m. odpowiednio dla systemu ekologicznego i konwencjonalnego [14]. Także Caris-Veynard i in. (2004) stwierdzili statystycznie istotną różnicę w zawartości witaminy C na korzyść pomidorów ekologicznych [4]. Natomiast Fjelker-Modig i in. (2000) w swoich badaniach nie uzyskali statystycznych różnic w zawartości kwasu l-askorbinowego w badanych gatunkach warzyw ekologicznych i konwencjonalnych [5].

Wiedza o zawartości karotenoidów w warzywach z produkcji ekologicznej jest wciąż niewystarczająca. Część przeprowadzonych badań wskazuje, że warzywa z produkcji ekologicznej zawierają mniej karotenoidów, niż te z produkcji konwencjonalnej. Inne badania podają przeciwnie wyniki. W badaniach, które uzyskały Hallmann i Rembiałkowska (2007) stwierdzono, że tylko odmiana determinowała w sposób istotny zawartość karotenoidów w owocach papryki [7]. W niniejszym doświadczeniu nie uzyskano istotnych różnic w zawartości likopenu pomiędzy papryką z obu systemów uprawy. Jednocześnie stwierdzono znacznie wyższą zawartość beta-karotenu i luteiny w owocach papryki uprawianej ekologicznie. Również doświadczenie przeprowadzone przez Warmana i Havarda (1997) pokazało, że marchew konwencjonalna zawierała istotnie więcej beta-karotenu (102,13 mg kg<sup>-1</sup>), podczas gdy ekologiczna tylko 94,6 mg kg<sup>-1</sup> [20].

Natomiast Rembiałkowska i in. (2005) wykazali w swoich badaniach, że pomidory ekologiczne zawierały istotnie mniej likopenu (5,16 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m.) w porównaniu do konwencjonalnych (7,89 mg·100g<sup>-1</sup>ś.m.) [14]. Wyniki te są zgodne z uzyskanymi przez Caris-Veynard i in. (2004) [4].

### WNIOSKI

1. Papryka z uprawy ekologicznej zawierała istotnie więcej beta-karotenu, luteiny i witaminy C.
2. Papryka z uprawy konwencjonalnej charakteryzowała się wyższą zawartością likopenu, chociaż różnice te były nieistotne statystycznie.
3. Zawartości: witaminy C, luteiny oraz beta-karotenu były istotnie zależne od systemu uprawy.
4. Odmiana Ożarowska bez względu na rodzaj uprawy była bogatsza w witaminę C, likopen, luteinę oraz flawonoidy. Natomiast odmiana Roberta zawierała więcej beta-karotenu i suchej masy.
5. Proces mrożenia przyczynił się do istotnego wzrostu zawartości suchej masy i luteiny w owocach papryki.
6. Mrożenie owoców papryki miało niekorzystny wpływ na zawartość związków bioaktywnych: witaminę C, flawonoidy, beta-karoten i likopen.

### LITERATURA

- [1] Abushita A.A., Hebshi E.A., Daood H.G., Biacs P.A.: Determination of antioxidants vitamins in tomatoes, *Food Chem.*, 60 (2), 1997, 207-212.
- [2] Asami D. K., Hong Y. J., Barrett D. M., Mithel A. E.: Comparison of the phenolic and ascorbic acid content of freeze – dried and air – dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices, *J. Agric. Food Chem.*, 51, 2003, 1237-1247.
- [3] Brandt K. Molegard J.P.: Organic agriculture does it enhanced or reduce the nutritional value of plant food? *J. Agric. Food Chem.*, 81, 2001, 924-931.
- [4] Caris-Veynard C., Amiot M.J., Tyssandier V., Grasselly D., Buret M., Mikolajczak M., Guillaud J-C., Bouteloup-Demange C., Borel P.: Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomato and derived purees, consequence on antioxidant plasma status in humans, *J. Agric. Food Chem.*, 52, 2004, 6503-6509.
- [5] Fjelker – Modig S., Bengtsson H., Stegmark R., Nayström S.: The influence of organic and integrated production on nutritional, sensory and agricultural aspects of vegetable raw materials for food production, *Acta Agric. Scan. Sect. B Soil Plant Sci.*, 50, 2000, 102-113.
- [6] Granado F., Olmedilla B., Blanco I., Rojas-Hidalgo E.: Carotenoid composition in Raw and cooced spanish vegetables, *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 40, 1992, 2135-2140.
- [7] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, *Żyw. Człow. i Met.* XXXIV nr 1/2, 2007, 538-543.
- [8] Lin C.H., Chen B.H., Determinatin of carotenoids in tomato juice by liquid chromatography, *J. Chrom. A.*, 1012, 2003, 103-109.
- [9] Marín A., Ferreres F., Tomás-Barbetán F.A., Gil M.I.: Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) *J. Agric. Food Chem.*, 52, 2004, 3861-3869.
- [10] Norma Polska PN-90 A-75101/03. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [11] Norma Polska PN-90 A-75101/11. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [12] Pałasiński M.: Ekologiczne uwarunkowania produkcji żywności o odpowiedniej jakości zdrowotnej, *Zdrowa Żywność, Zdrowy Styl Życia.*, 34, 1996, 4.
- [13] Rembiałkowska E., Adamczyk M., Hallmann E.: Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, *Bromat. Chem. Tok-sykol. Suppl.*, 2004, 201-207.
- [14] Rembiałkowska E., Hallmann E., Szafirowska A.: Nutritive quality of tomato fruit from organic and conventional cultivation (ICCAS Warsaw, 27 of June-1 July 2005) *Culinary Art and Sciences Global and National Perspectives*, ISBN: 1-85899-179X, Publ. SGGW, 2005, 193-202.
- [15] Rembiałkowska E., Hallmann, Wasiak-Zys G.: Jakość odżywcza i sensoryczna pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, *Żyw. Człow. Człon Met.* XXX nr 3/4, 2003.
- [16] Saniawski M., Czapski J.: The effect of methyl jasmonate on lycopene and  $\beta$  - carotene accumulation in ripening red tomatoes, *Exper.*, 39, 1983, 1373-1374.
- [17] Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E.: Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych, Warszawa, PZWL 1978.
- [18] Szponar L., Traczyk I.: Azotany i azotyny w żywności, racjach pokarmowych i płynach biologicznych, *Żyw. Człow. Metab.*, 22, 1995, 66-77.
- [19] Tan B.: Analytical and preparative chromatography of tomato paste carotenoids, *J. Food Sci.*, 53(3), 1999, 954-959.
- [20] Warman P.R., Havard K.A.: Yield, mineral and vitamin contents of organically and conventionally grown cabbage, *Agric. Ecosys. Environ.*, 61, 1997, 155-162.
- [21] Wojtasik A., Baryłko-Pikielna N.: Stopień potencjalnego zagrożenia zdrowia ze strony metali ciężkich zawartych w racji pokarmowej, *Żyw. Człow. Metab.*, 22, 1995, 3-16.

### THE COMPARISON OF THE CONTENT OF ANTIOXIDANTS IN FRESH AND FROZEN PEPPER FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

#### SUMMARY

Organic food is perceived by the consumers with high quality and guarantees production's safety. There are scientific evidence allowing to assume that organic fruit and vegetables contain more bioactive compounds with antioxidant properties than plant crops from the conventional farming. Therefore it was found useful to conduct presented studies comparing the content of bioactive compounds in the sweet pepper fruit. Experiment was carried out with two sweet pepper cultivars Ożarowska and Roberta from organic and conventional production. The following bioactive compounds in the fresh fruits and after freezing were determined: vitamin C, flavonols, carotenoids and dry matter. The results indicated that organic sweet pepper contained more beta-carotene, lutein and vitamin C in comparison to conventional one. Freezing process affects negatively the content of bioactive substances in the pepper fruit.

Dr inż. Monika JANOWICZ  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## DYFUZYJNOŚĆ SUSZONEJ TKANKI JABŁEK WSTĘPNIE MODYFIKOWANEJ W PROCESIE ODWADNIANIA W ZMIENNYCH WARUNKACH CIŚNIENIA®

*Badania wykonano w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2006-2008 (projekt badawczy nr N 312 004 31/0466)*

*W artykule przedstawiono badania mające na celu wyjaśnienie wpływu ciśnienia stosowanego podczas obróbki wstępnej na przebieg procesu suszenia konwekcyjnego jabłek oraz zmiany współczynnika dyfuzji wody wynikające z zastosowania zmiennych warunków ciśnienia podczas obróbki osmotycznej. Zakres doświadczeń obejmował zastosowanie ciśnienia zredukowanego i podwyższonego względem atmosferycznego. Podjęto próbę wyznaczenia współczynnika dyfuzji wody w czasie suszenia konwekcyjnego jabłek.*

### WPROWADZENIE

Szereg procesów technologicznych w przemyśle spożywczym opartych jest na przemieszczaniu się określonych składników poprzez granicę faz lub wewnątrz materiału. Suszenie jako najstarsza metoda utrwalania żywności polegająca na odparowaniu wody na skutek dostarczonego ciepła jest procesem równoczesnego przenoszenia ciepła i masy [3, 5, 14, 15].

Teoretyczny opis matematyczny suszenia ciał stałych zawierających znaczną ilość wilgoci, do których można zaliczyć materiał biologiczny, taki jak owoce czy warzywa, przewiduje występowanie dwóch okresów suszenia różniących się mechanizmem wymiany ciepła i masy. Pierwszy okres suszenia charakteryzuje się stałą szybkością usuwania wody. Decydujące znaczenie w czasie tej części suszenia ma zjawisko powierzchniowego odparowywania wody, a ciepło dostarczane do surowca w komorze suszarki jest w całości zużywane na jej odparowanie i usunięcie. Teoretycznie przyjmuje się, że temperatura powierzchni suszonego materiału zbliżona jest do temperatury mokrego termometru, a prężność pary wodnej zbliżona jest do prężności samej wody przez co szybkość jej usuwania jest największa i utrzymuje się przez cały czas na stałym poziomie. Rozpoczęcie procesów dyfuzyjnych charakteryzuje drugi okres suszenia, w którym szybkość usuwania wody maleje. Spowolnienie procesu usuwania wody z tkanki roślinnej wywołane jest rosnącymi oporami dyfuzji masy z jednoczesnym przeciwkierunkowym transportem ciepła dostarczanego do wnętrza materiału. Na czas suszenia wpływa również wydłużenie efektywnej drogi transportu masy z wnętrza do powierzchni suszonego materiału [7, 13].

Szereg prowadzonych badań w zakresie suszenia materiałów biologicznych bogatych w wodę [1, 2, 3] podkreśla różnice w mechanizmie wymiany ciepła i masy w obu okresach suszenia. Pierwszy okres suszenia jest przedstawiany jako liniowa zależność zmian zawartości wody w czasie przy stałej szybkości suszenia:

$$\frac{du}{d\tau} = \text{const} \quad (1)$$

$$u_{\tau} = u_0 - \frac{du}{d\tau} \tau \quad (2)$$

gdzie:  $\frac{du}{d\tau}$  – szybkość suszenia, gH<sub>2</sub>O/(g s.s. · min);  
 $u_0$  – początkowa zawartość wody, gH<sub>2</sub>O/g s.s.;  
 $u_{\tau}$  – chwilowa zawartość wody, gH<sub>2</sub>O/g s.s.;  
 $\tau$  – czas, min.

W celu uproszczenia matematycznego opisu drugiego okresu suszenia wprowadzono normalizację kształtu suszonego materiału oraz cały szereg warunków brzegowych, z których trzy najważniejsze założenia to:

- na początku suszenia w wilgotnym materiale istnieje równomierny rozkład wilgoci,
- zawartość wody na powierzchni suszonego materiału staje się prawie natychmiast po rozpoczęciu procesu równa równowagowej zawartości wody i pozostaje taka do końca suszenia,
- zewnętrzne warunki suszenia jak również kształt i wymiary suszonego materiału nie ulegają zmianie w czasie trwania suszenia.

Jednocześnie z wielu przeprowadzonych badań wiadomo, że jeżeli przed suszeniem materiał został poddany wstępnym zabiegom takim jak między innymi odwadnianie osmotyczne, podczas suszenia nie obserwuje się pierwszego okresu procesu przebiegającego ze stałą szybkością [7, 13].

Badania własne [4] jak i wielu innych badaczy nad wpływem odwadniania osmotycznego na proces suszenia konwekcyjnego jabłek potwierdziły, że mechanizm wymiany ciepła i masy w tym procesie ma charakter wymiany dyfuzyjnej [2]. Wyniki badań suszenia jabłek odwadnianych przy zmiennych parametrach procesu (rodzaj substancji osmoaktywnej, ciśnienie) w warunkach konwekcji wykazały malejącą szybkość usuwania wody w miarę osiągnięcia równowagowych zawartości wody w materiale. Szybkość ta zależna jest od czynników bezpośrednio wpływających na warunki dyfuzji. Na zakres zmian mają wpływ parametry procesu odwadniania [10,11,12] oraz zmiany składu i wewnętrznej struktury zachodzące w odwadnianym materiale [3, 4].

Równanie opisujące szybkość suszenia w drugim okresie [2, 7, 8, 9] przedstawiane jest w postaci różniczkowo-operatorowej zależności zmian zawartości wody w czasie:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a_m (\nabla^2 u + \delta \nabla^2 t) \quad (3)$$

gdzie:  $a_m$  – współczynnik dyfuzji wody,  $m^2/s$ ,

$\nabla$  – Laplasjan

Zwykle w procesach suszenia konwekcyjnego (zwłaszcza produktów rolniczych) wartość gradientów temperatur jest mała w związku z tym powyższe równanie przybiera postać:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 u \quad (4)$$

Przy określonych warunkach brzegowych i przy założeniu kształtu w postaci prostopadłościanu niezmiennego w czasie, rozwiązaniem dla powyższego równania jest postać:

$$U_{red} = \frac{u_\tau - u_r}{u_o - u_r} = \frac{512}{\pi^6} \cdot \text{EXP} \left[ \frac{\pi^2 \cdot a_m}{4} \left[ \frac{1}{\left(\frac{L}{2}\right)^2} + \frac{1}{\left(\frac{s}{2}\right)^2} + \frac{1}{\left(\frac{h}{2}\right)^2} \right] \tau \right] \quad (5)$$

gdzie:  $U_{red}$  – zredukowana zawartość wody,

$u_r$  – równowagowa zawartość wody,  $gH_2O/g$  s.s.,

$L$  – grubość,  $s$  – szerokość,  $h$  – wysokość,  $m$ .

Celem badań było wyjaśnienie wpływu ciśnienia stosowanego podczas obróbki wstępnej na przebieg procesu suszenia konwekcyjnego oraz zmiany współczynnika dyfuzji wody wynikające z zastosowania zmiennych warunków ciśnienia podczas obróbki osmotycznej.

Zakres pracy obejmował zastosowanie ciśnienia zredukowanego i podwyższonego względem ciśnienia atmosferycznego. Jednocześnie podjęto próbę wyznaczenia współczynnika dyfuzji wody w czasie suszenia konwekcyjnego jabłek.

## MATERIAŁ BADAWCZY

Materiał do badań stanowiły jabłka odmiany „Idared” przechowywane w chłodni w temperaturze  $+5 - +8^\circ C$  przy wilgotności względnej powietrza ok. 80-90%. Odmianę wybrano do badań ze względu na ich zwięzłą i mocną strukturę oraz długi okres dostępności na rynku. Stanowią one również modelową tkankę roślinną o porowatej strukturze, dzięki której dobrze magazynują różne substancje.

Surowiec myto, obierano i krojono w kostki sześciennie o boku 10 mm. Pokrojony materiał zanurzano w 0,5% roztworze kwasu cytrynowego w celu zabezpieczenia przed reakcjami brunatnienia enzymatycznego, następnie osuszano na bibule. Tak przygotowane kostki jabłek poddawano obróbce technologicznej stosując odwadnianie osmotyczne pod ciśnieniem 0,058; 0,1; 50 i 500 MPa a następnie suszono konwekcyjnie.

Owadnianie osmotyczne w zmiennych warunkach ciśnienia prowadzono w temperaturze  $25^\circ C$  w roztworze sacharozy o aktywności wody 0,9. Stosunek masy surowca do roztworu osmotycznego wynosił 1:4. Czas procesu w zmiennych warunkach ciśnienia wynosił 180 minut, jednocześnie materiał poddawano działaniu zredukowanego i podwyższonego ciśnienia przez czas 5 minut, a pozostała część odwadniania osmotycznego odbywała się pod ciśnieniem atmosferycznym – 0,1 MPa.

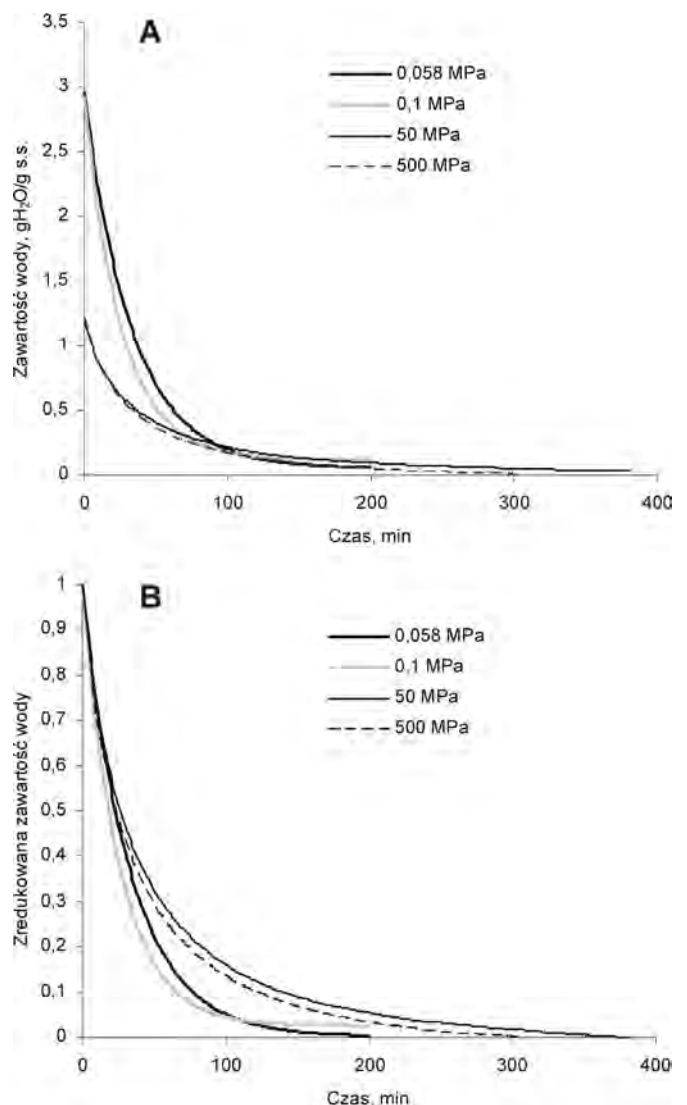
Proces suszenia konwekcyjnego prowadzono w suszarce laboratoryjnej z wymuszonym przepływem powietrza. Surowiec układano na siatkach metalowych w pojedynczej warstwie i suszono w temperaturze około  $70^\circ C$  przy prędkości powietrza suszącego 1,5 m/s. Suszenie prowadzono do uzyskania stałej masy w danych warunkach suszenia przez 20 minut trwania procesu. Ubytek masy rejestrowano w sposób ciągły za pomocą programu komputerowego „Pomiar” pracującego w systemie DOS.

Matematyczne i statystyczne opracowanie wyników sporządzono za pomocą programów komputerowych Excel 2002 dla Windows XP oraz TableCurve2D, który umożliwia znalezienie równania opisującego dane poprzez poszukiwanie rozwiązań spośród szerokiego zakresu modeli.

## WYNIKI

### Przebieg suszenia konwekcyjnego jabłek odwadnianych osmotycznie w zmiennych warunkach ciśnienia

Woda jest praktycznie nieściśliwa i odwadnianie w warunkach podwyższonego lub obniżonego ciśnienia jest możliwe w przypadku tkanek roślinnych, które posiadają znaczne

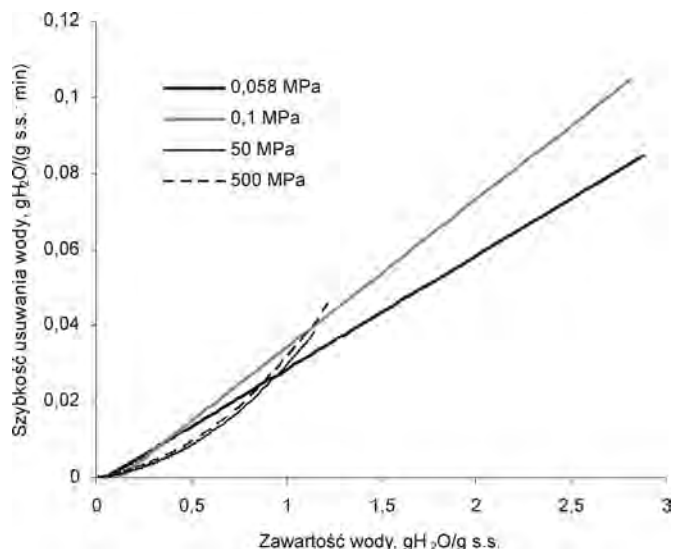


Rys. 1. Przebieg suszenia konwekcyjnego jabłek odwadnianych osmotycznie w zmiennych warunkach ciśnienia. A – zawartość wody w funkcji czasu, B – zredukowana zawartość wody w funkcji czasu.

przestrzenie powietrzne, czyli mają porowatą strukturę. Wnikanie składników roztworu zależy od przemieszczania się gazów wewnątrz tych przestrzeni. Pod wpływem podwyższonego ciśnienia gazy zawarte w porowatych owocach i warzywach zostają ściśnięte wewnątrz przestrzeni międzykomórkowych, a ich miejsce zajmuje roztwór. Gdy układ powróci do ciśnienia atmosferycznego, gazy wewnątrz tkanki mogą się rozprężyć i zajmować poprzednią objętość, powodując wypychanie roztworu na zewnątrz tkanki. Jednocześnie tkanka roślinna, w której znajduje się wprowadzony na skutek zmiany ciśnienia proces odwadniania roztwór cukru, poddana suszeniu konwekcyjnemu wykazuje inny mechanizm wymiany ciepła i masy. Na rysunku 1A przedstawiono przebieg suszenia jabłek wstępnie odwadnianych osmotycznie z zastosowaniem zmiennych warunków ciśnienia. Zmiany początkowej zawartości wody wynikające ze wstępnego odwadniania osmotycznego jabłek w roztworze sacharozy wpływają na przebieg procesu zmieniając jego mechanizm i wartość współczynnika dyfuzji wody w materiale. Ponadto ciśnienie pod jakim odbywa się proces obróbki wstępnej wpływa na końcową równowagową zawartość wody jabłek, co wyraźniej można zaobserwować na rysunku 1B przedstawiającym przebieg suszenia konwekcyjnego badanych jabłek w układzie współrzędnych – zredukowana zawartość wody - czas.

Z prac własnych i innych badaczy wynika [1, 10, 11, 12,], że zmiany parametrów odwadniania osmotycznego takich jak: rodzaj substancji osmotycznej oraz czas i temperatura procesu powodują uzyskiwanie różnych zawartości końcowych wody. Stwierdzono, że zastosowanie podczas obróbki osmotycznej ciśnienie powyżej ciśnienia atmosferycznego wydłuża znacznie czas suszenia konwekcyjnego do równowagowej zawartości wody w jabłkach suszonych konwekcyjnie w temperaturze 70°C z przepływem powietrza na poziomie 1,5 m/s. Jednocześnie zastosowanie ciśnienia powoduje obniżenie równowagowej zawartości wody niezależnie od tego czy stosujemy ciśnienie niższe czy wyższe od atmosferycznego. Wartości zawartości wody w materiale po suszeniu wynosiły odpowiednio dla jabłek wstępnie odwadnianych osmotycznie w warunkach ciśnienia atmosferycznego 0,10 g H<sub>2</sub>O/ g s.s., natomiast dla jabłek odwodnionych pod ciśnieniem obniżonym do 0,058 MPa – 0,06 g H<sub>2</sub>O/ g s.s., a pod ciśnieniem podwyższonym do 50 i 500 MPa odpowiednio 0,03 i 0,01 g H<sub>2</sub>O/ g s.s.,

Materiał odwadniany pod ciśnieniem atmosferycznym i w warunkach zredukowanego ciśnienia charakteryzuje się innym przebiegiem krzywych szybkości suszenia (rys.2). Jednocześnie materiał odwadniany pod ciśnieniem atmosferycznym osiąga w całym badanym zakresie zmian zawartości wody, wyższe wartości szybkości suszenia. Krzywe szybkości suszenia jabłek odwodnionych wstępnie pod ciśnieniem atmosferycznym i zredukowanym mają prostoliniowy przebieg, natomiast podwyższenie ciśnienia powoduje, że charakter przebiegu krzywych suszenia jest wykładniczy. Jednocześnie przy tych samych zawartościach wody w materiale, jabłka poddane działaniu wysokich ciśnień suszą się wolniej od jabłek odwadnianych pod ciśnieniem atmosferycznym i zredukowanym do 0,058 MPa. Zmiana charakteru przebiegu suszenia jabłek odwadnianych osmotycznie pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego wynikać może ze zmiany struktury wewnętrznej materiału oraz jego składu chemicznego.



Rys. 2. Przebieg krzywych szybkości suszenia konwekcyjnego jabłek odwadnianych osmotycznie w zmiennych warunkach ciśnienia.

#### Próba wyznaczenia współczynnika dyfuzji wody w czasie suszenia jabłek odwadnianych osmotycznie w zmiennych warunkach ciśnienia

Przebiegi krzywych suszarniczych otrzymane w wyniku prowadzonych doświadczeń (rys.1) mają charakter wykładniczy i opisane są ogólnym równaniem o następującej postaci:

$$\frac{u_{\tau} - u_r}{u_o - u_r} = \psi \cdot e^{-K\tau} \quad (6)$$

gdzie:  $\psi = \frac{512}{\pi^6}$  – współczynnik kształtu dla kostki sześciennnej

W celu dokonania analizy porównawczej przebiegów krzywych suszenia konwekcyjnego wprowadzono do ogólnego równania opisującego kinetykę suszenia współczynnik poprawkowy A. Pozwoliło to na uwzględnienie różnic w zawartościach wody w jabłkach odwadnianych osmotycznie, które były również początkową zawartością wody w procesie suszenia konwekcyjnego modyfikując równanie do postaci:

$$\frac{u_{\tau} - u_r}{u_o - u_r} = (\psi - A) \cdot e^{-K\tau} \quad (7)$$

gdzie: A – współczynnik poprawkowy

Po uwzględnieniu w powyższym równaniu kształtu materiału wyjściowego (jabłka w postaci kostki sześciennnej) oraz zdefiniowanego powyżej współczynnika poprawkowego jak też i warunków brzegowych powszechnie stosowanych w opisie wymiany ciepła i masy drugiego okresu suszenia w warunkach konwekcji, otrzymuje się nową zależność:

$$\frac{u_{\tau} - u_r}{u_o - u_r} = \left( \frac{512}{\pi^6} - A \right) \cdot \text{EXP} \left( \frac{3 \cdot \pi^2 \cdot a_m \cdot \tau}{L^2} \right) \quad (8)$$

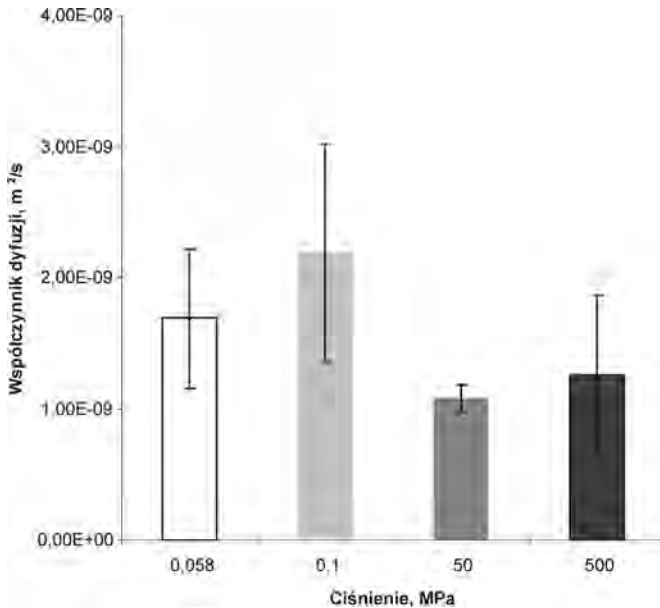
Zaproponowany opis matematyczny drugiego okresu suszenia pozwala na wyznaczenie umownego współczynnika dyfuzji wody. Posługując się metodą regresji dla każdej serii pomiarowej wyznaczono stałą K według schematu:

$$\frac{u_{\tau} - u_r}{u_o - u_r} = \left( \frac{512}{\pi^6} - A \right) \cdot \text{EXP}(-K \cdot \tau) \quad (9)$$

gdzie:  $K = \frac{3 \cdot \pi^2 \cdot a_m}{L^2}$

$a_m$  – umowny współczynnik dyfuzji wody, m<sup>2</sup>/s

Tak wyznaczone dla całego procesu suszenia jabłek średnie współczynniki dyfuzji wody  $a_m$  wyliczone na podstawie powyższych zależności pozwoliły pośrednio na ocenę wpływu parametrów odwadniania osmotycznego na kinetykę suszenia konwekcyjnego (rys.3).



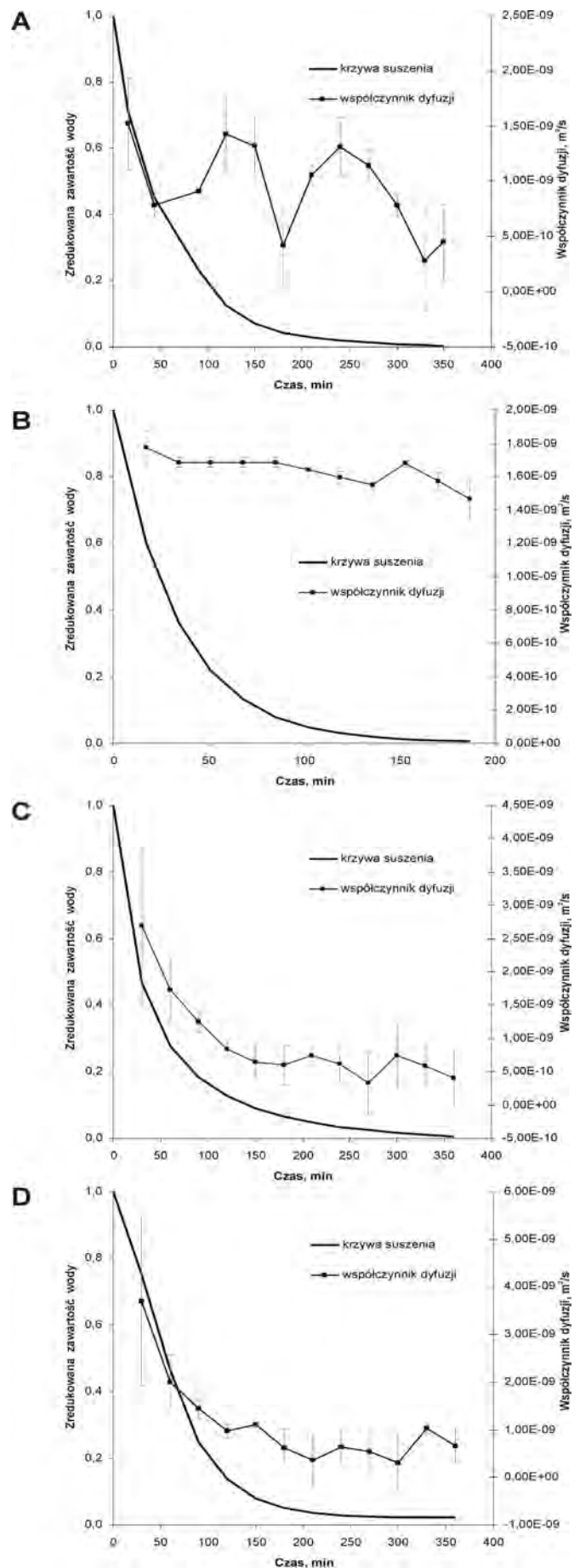
**Rys. 3.** Wpływ ciśnienia zastosowanego podczas obróbki osmotycznej na średni (wyznaczony z całego przebiegu krzywej suszenia) współczynnik dyfuzji wody w jabłkach suszonych konwekcyjnie.

Zmiana ciśnienia w procesie odwadniania obniża wartość współczynnika dyfuzji wody. Podwyższenie ciśnienia powyżej atmosferycznego determinuje spowolnienie procesów dyfuzyjnych zachodzących w czasie suszenia jabłek odwadnianych osmotycznie. W celu dokładnego przeanalizowania przebiegu zmienności dyfuzji podjęto próbę obliczenia współczynników dyfuzji wody na różnych etapach procesu suszenia. Na rysunku 4 przedstawiono zmienność współczynnika dyfuzji w zależności od zredukowanej zawartości wody w jabłkach otrzymanych w czasie suszenia.

### PODSUMOWANIE

Wykazano istotny wpływ ciśnienia na warunki wymiany ciepła i masy w czasie procesu suszenia konwekcyjnego jabłek wstępnie odwadnianych osmotycznie. Przebieg krzywych suszenia i szybkości suszenia determinowany jest zastosowaniem wysokich ciśnień rzędu 50 i 500 MPa.

Podwyższenie ciśnienia powyżej atmosferycznego podczas obróbki osmotycznej powoduje istotne obniżenie początkowej zawartości wody i jednocześnie poprzez zmianę struktury wewnętrznej materiału wpływa na obniżenie końcowej równowagowej zawartości wody w danych warunkach suszenia konwekcyjnego. Przebieg krzywych szybkości suszenia jabłek odwadnianych wstępnie w zmiennych warunkach



**Rys. 4.** Zmiany współczynnika dyfuzji wody w czasie suszenia jabłek wstępnie odwadnianych osmotycznie w zmiennych warunkach ciśnienia. A – 0,1 MPa; B – 0,058 MPa; C – 50 MPa; D – 500MPa.

ciśnienia ma w całym badanym zakresie zawartości wody charakter malejący. Jednocześnie zastosowanie nadciśnienia (w stosunku do ciśnienia atmosferycznego) podczas obróbki wstępnej powoduje, że krzywe szybkości opisywane są za pomocą funkcji wykładniczej.

Zmienne ciśnienie podczas odwadniania osmotycznego wpływa istotnie na wartość zarówno średniego (wyznaczonego dla całego przebiegu krzywej suszenia), jak i wyznaczonego w przedziałach zredukowanej zawartości wody, współczynnika dyfuzji. Najniższe wartości średniego współczynnika dyfuzji wody otrzymano dla jabłek wstępnie przetgowywanych w warunkach nadciśnienia, jednocześnie wyznaczone współczynniki dyfuzji w przedziałach zawartości wody na krzywej suszenia charakteryzują się wyraźnie malejącym przebiegiem do osiągnięcia zredukowanej zawartości wody na poziomie około 0,2 (około 200 minuty suszenia).

## LITERATURA

- [1] Barat J.M., Chiralt A., Fito P.: *Effects of osmotic concentration temperature and vacuum impregnation pretreatment on osmotic dehydration kinetics of apple slices*, Food Science and Technology International, 7, 5, 2001, 451-456.
- [2] Doymaz I.: *Drying behavior of green beans*, Journal of Food Engineering, 69, 2005, 161-165.
- [3] Janowicz M., Lenart A.: *Znaczenie suszenia owoców i warzyw*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 2003, 28-32.
- [4] Janowicz M., Lenart A.: *Wpływ wstępnego odwadniania osmotycznego na współczynnik dyfuzji wody w tkance jabłek suszonych konwekcyjnie*, Inżynieria Rolnicza 11, 71, 2005, 191-200.
- [5] Jayaraman K.S., Das Gupta D.K.: *Drying of Fruit and Vegetables Handbook of Industrial Drying, Part 3*, eds. Mujumdar A.S., Dekker M., New York, 2006, 606-6631.
- [6] Lewicki P.P., Lenart A.: *Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables, Handbook of Industrial Drying, Part 3*, eds. Mujumdar A.S., Dekker M., New York, 2006, 665-681.
- [7] Praca zbiorowa: *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego* (red. P.P.Lewicki), WNT, Warszawa, 1999.
- [8] Sankat C.K., Castaigne F.: *Foaming and drying behavior of ripe bananas*, Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 37, 2004, 517-525.
- [9] Sapers G.M., Garzarella L., Pilizota V.: *Application of browning inhibitors to cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration*, Journal of Food Science, 55, 1990, 1049-1053.
- [10] Shi X.Q., Fito P.: *Mass transfer in vacuumosmotic dehydration of fruits: A mathematical model approach*, Lebensmittel.-Wiss. U.-Technol., 27, 1993a, 67-72.
- [11] Shi X.Q., Fito P.: *Vacuum osmotic dehydration of fruits*, Drying Technology, 11, 6, 1993b, 1429-1442.
- [12] Sikiewicz I., Kozłowski M.: *Effects of pressure and osmotic solution on efficiency of osmotic dehydration of apples*, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, vol. 10/51, 2001, 4, 45-47.
- [13] Strumiłło C.: *Podstawy teorii i techniki suszenia*, Inżynieria Chemiczna, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1983.
- [14] Strumiłło C.: *Aktualne zagadnienia rozwoju suszarnictwa*, Inżynieria Rolnicza, 2002, 5, 55-85.
- [15] Witrowa-Rajchert D.: *Współczesne tendencje w suszarnictwie żywności*, Przemysł Spożywczy, 54, 2000, 12, 10-12.

## DIFFUSIVITY OF THE OSMOTICALLY DEHYDRATED TISSUE OF DRIED APPLES MODIFIED PRE-TREATED IN CHANGENS PRESSURE CONDITION

### SUMMARY

*Pressure influenced significantly heat and mass transfer condition during convective drying apples osmotically pre-dehydrated. Curves of drying and velocity were determined by using high pressure of the grade 50 and 500 MPa.*

*The rise above the atmospheric pressure during osmotic pretreatment cause significant decreasing of the initial water content. At the same time through internal structure changes, using of pressure influence also decreasing of the final water content in the conditions of drying. The course of drying and velocity curve for apples pre-dehydrated in different pressure condition have in the whole studied range of the water content, decreasing character. High pressure treatment during osmotic dehydration cause, that those curves are characterized by exponential function.*

*Pressure change during osmotic dehydration influence values of the both average (appointed for the whole course of drying curve) diffusion coefficient and also that one appointed in the lockers of reduced water content. The lowest values of average diffusion coefficient of water was noticed for apples pre-treated in over pressure condition. At the same time diffusions coefficients appointed in the lockers of water content, are characterized by decreasing course, till the achievement of reduced water content at the level of 0,2 (about 200 minutes of drying).*



Prof. dr hab. inż. Leszek MIESZKALSKI  
 Mgr inż. Hanna Katarzyna SOŁODUCHA  
 Katedra Inżynierii Rolniczej i Surowców Naturalnych  
 Uniwersytet Warmińsko - Mazurski w Olsztynie

## METODY MODELOWANIA ZBIORU BRYŁ NASION®

W artykule przedstawiono dwie metody modelowania zbioru brył nasion na przykładzie nasion fasoli odmiany Aura. Zaproponowane metody poddano weryfikacji. Parametrem testującym była objętość nasienia i bryły. Otrzymane na podstawie modelu matematycznego wyniki objętości modelu bryły nasienia fasoli porównano z objętością rzeczywistą określoną eksperymentalnie. Do badań wykorzystano nasiona odmiany Aura wyhodowaną w 2003 roku w Zakładzie Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego Strugi k/Szymanowa. Analiza statystyczna uzyskanych wyników badań wykazała rozbieżność między wymiarami rzeczywistymi i uzyskanymi z modelu matematycznego na poziomie od 0,07 % do 3,04 %.

**Słowa kluczowe:** nasiona fasoli, zbiór brył, objętość, model matematyczny.

### WSTĘP

Cechy geometryczne nasion poddawanych działaniu różnych procesów przetwórczych są istotnym czynnikiem wpływającym na charakterystykę przestrzeni roboczej maszyn i urządzeń. Podczas projektowania linii technologicznych w przemyśle przetwórczym przydatne jest opracowanie modeli matematycznych opisujących kształt nasion.

W dostępnej literaturze do opisu kształtu nasion dla celów projektowych wykorzystywano jako model wyjściowy kulę (ANDERS, 2001). LEWANDOWSKI (1998) i MIESZKALSKI (1999) jako model nasienia bobiku zaproponowali elipsoidę. Ponadto MIESZKALSKI w pracach [5, 6, 7, 8, 9, 10] przedstawił przekrój owoców przy pomocy krzywych Bezierra oraz przekrój poprzeczny ziarna zbóż jako zmodyfikowaną

konchoidę okręgu. Przy pomocy obliczeń wykonanych w oparciu o program komputerowy Mathcad MIESZKALSKI [7, 8] zmodyfikował kształt kuli i zaproponował model bryły jabłka, dyni, papryki, ogórka i innych owoców. DROGOSZ, MAŃKOWSKI [2] opracowali model nasienia łubinu przyjmując za kształt wyjściowy trochoidę.

### CEL PRACY

Celem pracy było opracowanie metody reprezentacji zbioru nasion fasoli odmiany Aura za pomocą zbioru brył.

### METODYKA BADAŃ

Do badań użyto nasion fasoli odmiany Aura o liczebności próbki 100 sztuk. W pierwszej kolejności dokonano pomiarów wymiarów podstawowych nasion takich jak długość, szerokość, grubość za pomocą suwmiarki elektronicznej MAUa-E o błędzie wskazań 0,03mm. Nasiona fasoli mierzono w trzech prostopadłych płaszczyznach. Następnie przy użyciu przyrządu do pomiaru objętości pojedynczych nasion, przedstawionego na rysunku 1, wyznaczono ich objętość rzeczywistą.

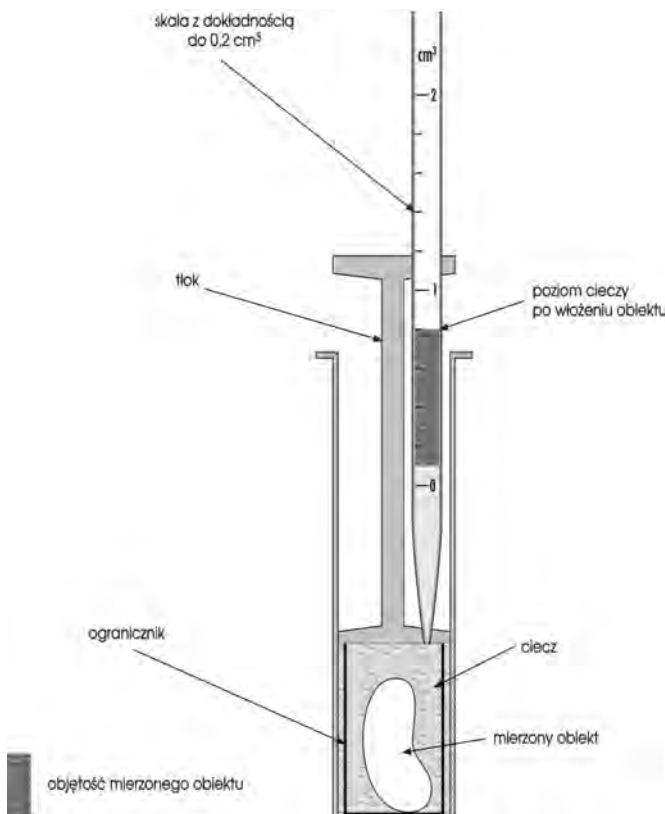
W cylindrze napełnionym toluenem ustawiono tłok poprzez umieszczenie jego blokady w takim położeniu, aby wstępny poziom cieczy utrzymywał się na najniższym wskazaniu skali wycechowanej na pipecie. Następnie po wyciągnięciu tłoka z cylindra, umieszczono nasienie w toluenie i ponownie zamknięto cylinder tłokiem opuszczając go do położenia ustalonego blokadą. Dokonano odczytu poziomu słupa cieczy w pipecie przy obecności nasienia. Z różnicy poziomów wyliczano ilość roztworu wypartego przez nasienie. Wielkość ta jest miarą objętości rzeczywistej nasienia.

Liczebność próby oszacowano na podstawie wzoru (1).

$$n := \left( \frac{t_{\alpha} \cdot s}{\alpha} \right)^2 \quad (1)$$

gdzie:  $n$  – liczebność próby,  
 $t_{\alpha}$  – współczynnik  $t$  – studenta,  
 $s$  – odchylenie standardowe nieobciążone,  
 $\alpha$  – błąd założony.

Do budowy modeli nasion fasoli wykorzystano równanie (2) (MIESZKALSKI [5, 6, 12]):



**Rys.1.** Przyrząd do pomiaru objętości rzeczywistej nasion fasoli.

$$\begin{aligned} X &= a * \sin(\phi)^f \cos(\theta)^g \\ Y &= b * \sin(\phi)^h \sin(\theta)^k \\ Z &= c * \cos(\phi)^m \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie:  $f, g, h, k, m$  – współczynniki kształtu,  
 $a, b, c$  – parametry sterujące,  
 $\phi, \theta$  – kąty

Wartość średnia objętości została obliczona ze wzoru (3)

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (3)$$

Korzystając ze wzoru (4) obliczono rozrzut wartości zmiennej losowej wokół wartości średniej czyli wariancję dla analizowanego zbioru nasion fasoli.

$$s^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (V_i - \bar{V})^2 \quad (4)$$

gdzie:  $V_i$  – objętość mierzona,  
 $\bar{V}$  – wartość średnia objętości.

Odchylenie standardowe wyznaczono jako pierwiastek kwadratowy wariancji. Współczynnik zmienności obliczono jako stosunek dyspersji (odchylenia standardowego) do wartości średniej co określa średnią zmianę objętości w całej populacji.

Korzystając ze wzoru (5), obliczono błąd względny przy zastosowanej metodzie.

$$d = [(V_{Rz} - V) / V_{Rz}] * 100\% \quad (5)$$

gdzie:  $V_{Rz}$  – średnia objętość rzeczywista nasion,  
 $V$  – średnia objętość nasienia dla poszczególnej metody.

W dalszej części przedstawiono dwie metody tworzenia modeli matematycznych analizowanego zbioru nasion a wyniki porównano z wynikami z pomiarów otrzymanych eksperymentalnie.

### MODEL MATEMATYCZNY KSZTAŁTU NASION DLA STAŁYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW KSZTAŁTU I ZMIENNYCH WYMIARÓW DŁUGOŚCI, SZEROKOŚCI I GRUBOŚCI

W celu stworzenia modelu matematycznego nasion fasoli w równaniach parametrycznych bryły (2) dokonano skalowania w sposób pozwalający na wygenerowanie bryły jak najbardziej zbliżonej do postaci rzeczywistej nasienia.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji kształtu nasion i analizy wyników wstępnych przyjęto następujące wartości wykładników potęg:  $f=0,8, g=0,7, h=0,8, k=0,766, m=1,19$ .

Przy ustalonych, na podstawie równań 2, dla każdego nasienia z próbki liczącej 100 szt. współczynnikach kształtu  $f, g, h, k, m$  wartości parametrów skalujących  $a, b, c$  pochodziły z pomiarów eksperymentalnych szerokości, grubości i długości poszczególnych nasion.

Uwzględniając przyjęte wartości współczynników kształtu i parametrów skalujących policzono objętości nasion wykorzystując metodę opublikowaną w artykule [13]. Otrzymane wartości porównano z wartościami objętości rzeczywistych uzyskanych metodą eksperymentalną. W metodzie tej dokonano podziału nasion względem ich szerokości na 10 klas o równym rozstępie ustalając liczebność nasion w poszczególnych przedziałach. W następnej kolejności obliczono średnie wartości wszystkich trzech wymiarów (szerokości, grubości i długości) w poszczególnych klasach. Po wstawieniu ich do wzoru (2) otrzymano 10 modeli matematycznych nasion reprezentujących każdą z 10 klas.

### MODEL MATEMATYCZNY KSZTAŁTU NASION DLA ZMIENNYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW KSZTAŁTU I ZMIENNYCH PARAMETRÓW SKALUJĄCYCH

Metoda polega na utworzeniu dla każdego opisanego nasienia fasoli jego modelu matematycznego, w oparciu o równanie (2) [5, 6, 12], z indywidualnie dobranymi współczynnikami kształtu  $f, g, h, k$  i  $m$  w taki sposób, aby obliczona objętość była najbardziej zbliżona do objętości rzeczywistej, zmierzonej eksperymentalnie. Wielkości parametrów skalujących ( $a, b, c$ ) podobnie jak i w metodzie poprzedniej pochodziły z pomiaru suwmiarką szerokości, grubości i długości każdego nasienia.

Proponowana metoda umożliwia uzyskanie modeli matematycznych kształtu nasion fasoli podobnych do nasion rzeczywistych.

### WYNIKI POMIARÓW, OBLICZEŃ I ICH ANALIZA

Szereg rozdzielczy dla parametrów skalujących i objętości nasion fasoli odmiany Aura przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Szereg rozdzielczy dla parametrów skalujących ( $a, b, c$ ) i objętości nasion fasoli odmiany Aura

Lp	$a$ śred. [mm]	$b$ śred. [mm]	$c$ śred. [mm]	Liczeb [%]	$V$ modelu śred. mm <sup>3</sup>	$V$ rzecz, śred. mm <sup>3</sup>	Różnica jednostkowa
1	3,45	2,72	6,32	1	265,90	240,00	-25,90
2	3,58	3,15	6,85	1	352,46	380,00	27,54
3	3,71	3,22	6,76	6	370,30	386,67	16,37
4	3,84	3,33	6,85	20	400,31	419,00	18,69
5	3,97	3,46	6,96	28	437,31	445,71	8,40
6	4,1	3,74	6,99	20	490,73	511,00	20,27
7	4,23	3,72	7,25	11	520,80	521,82	1,02
8	4,36	4,05	7,24	6	581,53	608,33	26,81
9	4,49	4,11	7,52	3	638,54	640,00	1,46
10	4,62	4,11	7,13	4	617,91	642,50	24,59

W tabeli 2 przedstawiono wyniki parametrów geometrycznych modeli brył nasion fasoli.

Tabela 2. Wyniki parametrów geometrycznych modeli brył nasion fasoli Aura

nr nasiona	V rzecz mm <sup>3</sup>	V modelu mm <sup>3</sup>	a (mm)	b (mm)	c (mm)	f	g	h	k	m
1	600	606,534	4,45	4,05	8,41	1,19	1,23	1	0,7	0,71
2	550	549,63	4,17	3,83	7,21	1	0,89	0,79	0,68	0,91
3	520	519,299	4,12	3,93	6,78	0,98	1,09	0,69	0,69	0,9
4	420	419,845	3,715	3,57	6,5	0,91	1,2	0,67	0,68	0,8
5	440	439,726	3,9	3,6	6,78	1,18	1,23	1	0,7	0,71
6	460	459,87	4	3,6	6,56	0,79	0,68	0,8	0,65	1
7	480	479,566	4,29	3,78	6,37	0,7	1	1	0,82	0,9
8	500	499,457	4,16	3,63	7,16	1,18	1,23	1	0,7	0,71
9	400	399,69	3,8	3,3	6,85	0,6	0,68	1,18	0,66	1,06
10	440	439,313	3,91	3,61	6,8	0,7	1	1	0,89	0,9
11	660	659,992	4,58	4,25	7,01	0,79	0,6	0,887	0,675	0,98
12	500	499,502	4,1	3,79	6,98	1	0,92	1,21	0,7	0,8
13	580	579,205	4,37	4,02	7,54	1,2	1,3	1,2	0,69	0,77
14	400	399,617	3,81	3,33	6,48	0,98	0,79	0,97	0,68	0,82
15	580	579,641	4,17	4,25	7,06	1,18	1,23	1,01	0,75	0,72
16	540	539,749	4,29	3,73	7,14	0,8	0,6	0,98	1,3	0,74
17	540	539,87	4,04	3,86	7,31	1	1,21	1,01	0,7	0,7
18	500	499,753	4,15	4	6,5	0,99	0,68	0,99	0,99	0,83
19	560	559,838	4,55	4,13	6,89	1,06	1,3	0,88	0,8	0,87
20	540	539,551	4,08	3,77	7,1	1,12	0,6	0,69	0,6	0,93
21	680	679,351	4,52	4,14	7,45	1,1	1,2	0,81	0,68	0,67
22	520	519,477	4,17	3,68	7,2	1,1	1,17	1	0,7	0,71
23	420	419,947	3,89	3,3	6,89	0,78	0,74	0,8	0,71	1,08
24	480	479,776	4,01	3,64	7,11	1,18	1,23	1	0,74	0,74
25	440	439,891	3,88	3,6	6,35	0,73	0,68	0,8	0,648	1
26	480	479,931	4,09	3,86	6,66	1,18	1,24	0,99	0,73	0,72
27	440	439,715	4,03	3,56	6,64	0,8	0,65	0,9	0,68	1,14
28	520	519,288	4,22	3,87	7,36	1	1,2	1,3	0,67	0,88
29	440	439,348	3,98	3,74	6,51	1,18	1,26	1	0,68	0,76
30	660	659,919	4,58	4,1	7,32	0,787	0,65	0,89	0,73	0,98
31	520	519,97	4,13	3,71	7,03	0,978	0,62	0,87	0,89	0,81
32	500	499,659	4,27	3,96	6,53	1,21	1,23	1,01	0,75	0,72
33	440	439,83	4,04	3,8	6,6	0,8	0,65	0,97	0,87	1,2
34	640	639,581	4,32	3,92	7,9	1,1	1,17	0,99	0,65	0,7
35	640	639,887	4,3	4,2	7,07	0,98	1,09	0,8	0,65	0,7
36	560	559,395	4,12	3,77	7,75	0,8	0,6	0,98	1,3	0,79
37	380	379,798	3,79	3,35	6,16	0,9	0,8	0,9	0,7	0,87
38	440	439,74	3,98	3,62	6,94	0,94	1,26	1,08	0,8	0,81
39	380	379,554	3,94	3,45	6,77	0,93	0,75	0,99	0,98	1,2
40	400	399,795	3,83	3,46	6,6	1	0,75	1	0,7	0,98
41	670	669,218	4,37	4,16	7,8	1,1	1,17	1	0,7	0,7
42	660	659,995	4,69	3,98	7,64	1,2	1,23	1	0,7	0,7
43	440	439,879	4,04	3,56	6,61	0,79	0,73	0,8	0,71	1,19
44	540	539,966	4,36	3,88	6,9	0,8	0,65	0,9	0,677	1,125
45	620	619,385	4,23	4,51	6,74	1,01	1,1	1	0,7	0,7
46	520	519,881	3,86	3,61	7,61	1	0,99	1	0,7	0,7
47	500	499,972	4,19	3,76	6,8	1	0,9	1,2	0,69	0,81
48	460	459,864	3,99	3,66	6,85	1	0,99	0,99	0,7	0,88
49	500	499,212	4,11	3,65	7,81	1,2	1,3	0,8	0,8	0,89
50	580	579,528	4,6	4,11	6,56	1	1,16	0,64	0,68	0,93

c.d. Tabeli 2. Wyniki parametrów geometrycznych modeli brył nasion fasoli Aura

nr nasiona	V rzecz mm <sup>3</sup>	V modelu mm <sup>3</sup>	a (mm)	b (mm)	c (mm)	f	g	h	k	m
51	420	419,901	3,79	3,5	6,41	0,6	0,64	0,92	0,68	1
52	560	559,379	4,15	4,1	7,17	1	1,01	1	0,7	0,88
53	400	399,8	3,85	3,25	6,61	0,8	0,8	0,99	0,68	0,9
54	460	459,978	4,05	3,57	6,67	0,79	0,598	0,96	0,686	0,98
55	460	459,902	4	3,65	6,85	1	0,99	1	0,7	0,88
56	430	429,874	3,93	3,61	6,64	0,73	0,67	0,849	0,7	1,25
57	500	499,408	4,1	3,79	6,98	0,8	0,7	0,8	0,71	1,19
58	400	399,597	3,98	3,56	6,06	1	1,2	0,7	0,67	0,9
59	520	519,599	4,12	3,93	6,78	0,99	1,09	0,69	0,69	0,9
60	480	479,572	3,99	3,69	6,93	1	1,01	0,82	0,7	0,88
61	400	399,696	3,9	3,1	6,88	0,9	1,13	1,1	0,68	0,71
62	620	619,807	4,36	4,2	7,01	1	0,75	0,61	0,88	0,9
63	600	599,465	4,34	4,12	6,84	1,2	0,79	0,8	0,66	0,79
64	480	479,95	4,13	3,14	7,37	0,79	0,9	0,82	0,721	0,8
65	480	479,997	4,2	3,04	8,06	0,8	0,8	0,99	0,74	0,98
66	440	439,679	3,88	3,4	7,24	1	1,3	1,16	0,68	0,71
67	380	379,988	3,93	3,19	6,79	0,93	0,64	0,91	0,76	1,12
68	460	459,944	4,04	3,13	7,37	0,73	0,68	0,8	0,62	1
69	360	359,405	3,71	3,16	6,6	0,99	1,1	0,7	0,71	0,93
70	460	459,388	3,95	3,3	7,09	0,98	1,09	0,67	0,7	0,74
71	420	419,748	3,91	3,32	7,09	0,99	1,1	0,7	0,7	1
72	420	419,875	4,075	3,37	6,825	0,92	0,7	1	0,68	1,1
73	450	449,658	4,11	3,57	6,66	1	1,21	1,01	0,7	0,72
74	540	539,31	4,23	3,51	7,63	0,84	0,65	0,89	0,73	0,98
75	420	419,459	3,83	3,06	7,32	1	1,16	0,69	0,65	0,78
76	430	429,713	4,01	3,31	7,03	0,73	0,66	0,8	0,79	1,2
77	360	359,662	3,75	3,35	6,51	1,06	1,3	0,79	0,66	0,97
78	500	499,808	3,95	3,15	8,16	0,98	0,79	0,98	0,68	0,78
79	420	419,722	3,88	3,09	7,16	1	1,16	0,69	0,65	0,78
80	240	239,626	3,39	2,72	6,32	1	1,21	1,2	0,96	0,86
81	440	439,458	4,04	3	7,51	0,8	0,68	1,2	1	0,7
82	440	439,98	3,98	3,45	6,92	1	0,99	1	0,7	0,86
83	460	459,384	4,18	3,13	7,24	1,18	1,23	0,79	0,6	0,71
84	400	399,536	3,8	3,33	6,47	0,98	0,79	0,97	0,68	0,82
85	360	359,805	3,75	2,97	6,8	0,93	0,65	0,64	0,6	1,17
86	420	419,784	3,9	3,37	7,13	0,79	0,9	1	0,89	0,98
87	400	399,597	3,85	3,29	6,68	1	1,2	0,8	0,68	0,8
88	500	499,97	3,98	3,28	7,55	1,2	0,79	0,8	0,65	0,7
89	440	439,624	4,18	3,13	7,3	0,55	0,6	0,6	0,58	0,7
90	440	439,711	4,02	3,34	6,89	0,9	1,13	1,2	0,68	0,71
91	360	359,295	3,74	2,96	6,83	0,98	1,09	0,68	0,69	0,89
92	400	399,367	3,81	3	7,11	0,9	1,15	0,67	0,68	0,8
93	580	579,364	4,16	3,43	7,86	1	0,68	0,89	0,65	0,7
94	460	459,539	4	3,49	7,07	0,8	0,75	1,2	1,2	0,7
95	440	439,798	3,77	3,29	7,14	0,9	1,08	0,67	0,68	0,8
96	380	379,996	3,58	3,15	6,96	1	0,68	0,56	0,98	0,89
97	480	479,467	4,03	3,42	7,24	1	0,68	1,02	0,65	0,86
98	440	439,96	3,86	3,28	6,88	0,8	0,7	0,6	0,7	0,99
99	360	359,762	3,97	3,13	6,75	0,93	0,64	0,92	0,76	1,25
100	480	479,934	4,2	3,33	7,22	0,98	1,22	1,1	0,65	0,7

Charakterystykę porównawczą wyników geometrycznych nasion fasoli otrzymanych według zaproponowanych metod przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3.** Charakterystyka statystyczna wyników pomiarów nasion fasoli

Wyszczególnienie	Objętość rzeczywista	Pomiary otrzymane metodą I	Pomiary otrzymane metodą II
Wartość średnia objętości [mm <sup>3</sup> ]	479,700	465,109	479,375
Odchylenie standardowe [mm <sup>3</sup> ]	89,96	80,44	84,28
Współczynnik zmienności	0,19	0,17	0,18
Wariancja [mm <sup>3</sup> ]	8092,80	6403,20	7103,12
Błąd względny [%]	0	3,04	0,07

Metoda I – metoda budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla stałych współczynników i zmiennych wymiarów (długości, szerokości, grubości).

Metoda II – metoda budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla zmiennych współczynników kształtu i zmiennych parametrów skalujących ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ).

Analizując wyniki przedstawione w tabeli (3) stwierdzono, iż w metodzie budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla stałych współczynników kształtu i zmiennych wymiarów długości, szerokości, grubości - średnia wartość objętości wynosi 465,1 mm<sup>3</sup> i nieznacznie odbiega od wartości średniej rzeczywistych pomiarów. Odchylenie standardowe na poziomie 80,4 wskazuje na najmniejsze zróżnicowanie objętości spośród badanych metod, średni błąd względny określający odchyłkę pojedynczej objętości badanej od mierzonej wartości wynosi 3,04%.

Wyniki otrzymane w oparciu o metodę budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla zmiennych współczynników kształtu i zmiennych parametrów skalujących ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) wykazały, iż średnia objętość jest na podobnym poziomie co wartość średnia dla pomiarów rzeczywistych i wynosi 479,4 mm<sup>3</sup>. Odchylenie standardowe na poziomie 84,3 mm<sup>3</sup> również jest bardzo zbliżone do wartości dyspersji pomiarów rzeczywistych. Błąd względny uzyskany przy zastosowaniu tej metody wyniósł 0,07% co pozwala stwierdzić, że metoda ta najdokładniej odzwierciedla kształt nasion rzeczywistych.

## OCENA PROPONOWANYCH METOD

Metoda tworzenia modeli matematycznych kształtu nasion dla stałych współczynników kształtu i zmiennych wymiarów długości, szerokości i grubości jest metodą statystyczną przybliżoną, przez co jest obciążona największym błędem względnym objętości średniej wynoszącym 3,04%. Badane modele matematyczne nasion ze względu na małe zróżnicowanie kształtu mają mało zróżnicowane objętości, co potwierdza najmniejsza wartość odchylenia standardowego wynosząca 80,4. Metoda ta jest dobra do badania nasion dla potrzeb przemysłu ze względu na błąd znajdujący się w granicach błędu

dopuszczalnego i łatwość otrzymania wartości początkowych przy znanych współczynnikach kształtu.

Metoda budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla zmiennych współczynników kształtu i zmiennych parametrów skalujących charakteryzuje poszczególne nasiona zbioru. Jest obciążona najniższym błędem względnym 0,07% dzięki czemu może być wykorzystywana do celów projektowych gdzie wymagana jest większa dokładność. Minimalny błąd względny i odchylenie standardowe bardzo zbliżone do wzorcowych pomiarów 84,3 pozwala stwierdzić, że metoda ta w sposób dokładny odzwierciedla rzeczywiste kształty nasion fasoli. Wadą metody jest konieczność doboru współczynników kształtu i parametrów skalujących dla każdego nasienia.

## WNIOSKI

1. Metoda budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla zmiennych współczynników kształtu i zmiennych parametrów skalujących (błąd względny ok. 0,07%) jest dokładniejsza od metody tworzenia modeli matematycznych kształtu nasion dla stałych współczynników kształtu i zmiennych wymiarów (błąd względny ok. 3,04%) i możliwa do wykorzystania w przemyśle spożywczym.
2. Proponowana metoda budowania modeli matematycznych kształtu nasion dla zmiennych współczynników kształtu i zmiennych parametrów skalujących, charakteryzuje się dużą dokładnością (błąd względny na poziomie 0,07%) i może być stosowana do celów projektowych.

## LITERATURA

- [1] Anders A. : Wpływ parametrów roboczych obłuskiwacza tarczowego, 2001.
- [2] Drogosz P., Mańkowski S.: Trochoid application to seed solid section mapping, Technical Sciences, 2003, nr 6, s. 57-64.
- [3] Lewandowski R.: Modelowanie procesu obłuskiwania nasion roślin strączkowych, Politechnika Warszawska, Płock, 1998, (praca doktorska).
- [4] Mieszkalski L.: Matematyczne modelowanie procesu obłuskiwania nasion, Rozprawy i monografie, Wydawnictwo ART, Olsztyn, 1999.
- [5] Mieszkalski L.: Metoda wyznaczania płaszczyzny w otoczeniu punktu powłoki modelowej bryły ziarna zbóż, Problemy Inżynierii Rolniczej 2001a, nr 3, s. 29-36.
- [6] Mieszkalski L.: Metoda tworzenia modelu bryły ziarna zbóż, Problemy Inżynierii Rolniczej 2001b, nr 1, s. 29-36.
- [7] Mieszkalski L.: Metoda modelowania nieregularnych kształtów za pomocą funkcji wielomianowych, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2002, nr 1, s. 13-16.
- [8] Mieszkalski L.: Modelowanie brył o nieregularnych kształtach za pomocą krzywych Beziera, Problemy Inżynierii Rolniczej 2002b, nr 2, s. 33-38.
- [9] Mieszkalski L.: Analiza krzywych Beziera stosowanych do modelowania nieregularnych kształtów obiektów biologicznych, Acta Agrophysica, 2002c.

- [10] Mieszkalski L.: Model siatki na powierzchni bryły za pomocą poczwórnego węzła krzywych wielomianowych, *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2002d, nr 4, s. 93-100.
- [11] Mieszkalski L.: Modelowanie krzywych i siatek powierzchni brył geometrycznych imitujących surowce roślinne, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2003, nr 2, s. 37-39.
- [12] Mieszkalski L.: Method for generating three – dimensional solid models of seeds applied in the food industry, *Technical Sciences*, 2003b, No 6, (49 – 55).
- [13] Mieszkalski L., Sołoduha H. K.: Model matematyczny kształtu nasion fasoli, *Technical Sciences*, 2004, suppl. 1, s. 59-66.

## MODELING METHODS OF SETS OF THE SOLIDS SEEDS

### SUMMARY

*In the paper there are two modeling methods of sets of the solid bean seeds. The suggested methods were subject to verification. The control parameter was of the seed and solid capacity. The results of the solid bean seed model capacity based on the mathematical model were compared to the capacity of real bean seed by means of experiment. Aura variety of seeds beans harvested in 2003 year in the Plant Breeding and Seed Production Station in Strugi near Szymanów were used in the experimental material. A statistical analysis of the results obtained showed differences between the actual seed dimensions and those determined by a mathematical model at the level from 0,07 to 3,04%.*

**Key words:** *bean seeds, set of solids, capacity, mathematical model.*

Dr hab. inż. Roman KOWALCZYK  
 Mgr inż. Jacek NETTER  
 Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji  
 Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## NOWE SPOJRZENIE NA ZUŻYCIE CZYNNIKÓW ENERGETYCZNYCH W ZAKŁADZIE PRZEMYSŁU SPOŻYWCZEGO®

*W artykule zaprezentowano analizę zużycia czynników energetycznych w zakładzie przemysłu mięsnego. Określono wartości wskaźników zakładowych zużycia energii cieplnej oraz energii elektrycznej. Wyznaczono sprawność cieplną kotłów parowych, oraz wskaźnik energochłonności wyrażony w energii paliwa pierwotnego. Efektem badań było zwiększenie efektywności pracy kotłowni i tym samym zmniejszenie zużycia węgla kamiennego o 40%. Jest to równoznaczne z mniejszym szkodliwym oddziaływaniem zakładu na środowisko.*

### WSTĘP

Wzrastająca konkurencja na rynku przetworów spożywczych i coraz większe wymagania dotyczące ochrony środowiska sprawiają, że koniecznością staje się poprawa wskaźników technologicznych i technicznych w zakładzie i zmniejszenie kosztów produkcji. Na koszty te wpływają w coraz większym stopniu nakłady energetyczne. Każdy wzrost cen nośników energetycznych, czy też nadmierne i nieracjonalne zużycie energii w procesie przetwórczym pociąga za sobą zwiększenie kosztów produkcji, a tym samym ceny danego towaru. Z tego powodu problem energochłonności produkcji staje się coraz bardziej dostrzegany przez polskich producentów żywności.

W przeciętnym zakładzie przemysłu spożywczego zapotrzebowanie na czynniki energetyczne a zwłaszcza na energię cieplną pod postacią pary wodnej nie jest jednakowe w cyklu dobowym, stąd i obciążenie kotła nie jest równomierne. Obciążenie cieplne kotła wpływa bardzo wyraźnie na jego sprawność i jednostkowe zużycie paliwa. Przy gwałtownym zmniejszeniu obciążenia niezbędne jest zmniejszenie strumienia paliwa i powietrza. Z punktu widzenia ekonomicznego spalania, powinno odbywać się to równocześnie, co nie zawsze jest możliwe. Przy zbyt szybkim zdławieniu dopływu powietrza wzrastają straty niepełnego spalania związane z obecnością gazów palnych w spalinach wylotowych. Przy szybszym zmniejszaniu dopływu paliwa niż powietrza wzrasta strata kominowa związana z niepotrzebnym ogrzewaniem przepływającego przez palenisko powietrza. Podobnie trudno dopasować zwiększony dopływ paliwa i powietrza w przypadku nagłego wzrostu obciążenia.

W kotłowniach zwykle zainstalowane są 2 lub 3 kotły parowe. Częstą praktyką przemysłową jest utrzymywanie w ruchu większej liczby kotłów niż to wynika z ich wydajności. W efekcie sprawność układu wytwarzania pary wodnej jest niska.

**Celem pracy była analiza zużycia czynników energetycznych oraz sprawności wytwarzania energii cieplnej pod postacią pary w zakładzie mięsnym o średniej wielkości produkcji.**

### WYPOSAŻENIE ZAKŁADU I METODYKA

Badania wykonano w dziale produkcyjnym oraz w kotłowni Zakładów Mięśnych zatrudniających 110–115 osób. Wykonano dwie serie pomiarów podczas normalnej produkcji

w czasie od lutego do marca. Seria I obejmowała 9 okresów dobowych, seria II – 8 okresów dobowych. Podczas pomiarów w serii I pracowały nieustannie dwa kotły parowe, co było normalną praktyką zakładową. Po stwierdzeniu, że wymagany strumień pary może być zapewniony przez jeden kocioł parowy, wykonano serię pomiarową II, w której zawsze pracował jeden kocioł, drugi uruchamiany był tylko w określonych przypadkach w czasie wyjątkowo dużego zapotrzebowania na parę co zdarzyło się 4 razy w ciągu całego okresu pomiarowego.

Kotłownia zakładowa wyposażona była w trzy kotły parowe płomienicowo-płomieniówkowe EN-40/10 o wydajności 1,0 t pary/h opalane węglem kamiennym. Kotły parowe zasilane były wodą z sieci miejskiej, po wcześniejszym jej uzdatnieniu w stacji uzdatniania wody. Producentem kotłów były Zakłady „Spomasz” w Sosnowcu. Podczas badań wykorzystywano jeden lub dwa kotły parowe. Trzeci kocioł był kotłem rezerwowym.

W badanym zakładzie występowało zapotrzebowanie na tzw. parę „wysoką” i „niską”, czyli o wysokim (0,8 MPa), bądź niskim (0,4 MPa) ciśnieniu. Redukcja ciśnienia odbywała się za kolektorem.

Para wodna produkowana w kotłowni używana była w następujących procesach:

1. Obróbka termiczna wędzonek, kielbas, wyrobów garmarzyjnych – Dział obróbki termicznej – komory wędzarniczo-parzelnicze. Zakład wyposażony był w dziewięć takich komór typu KWP-3/p firmy „REX-POL”. Każda komora została zaprojektowana na trzy wózki (550-650 kg wyrobu).
2. Gotowanie podrobów – Dział gotowania podrobów - dwa kotły z płaszczem grzejnym produkcji Spomasz-Wrocław.
3. Dojrzewanie wędlin – Dział dojrzewania - komora dojrzewania wędlin produkcji VEMAG, zaprojektowana na 24 wózki.
4. Mycie pojemników – Dział mycia - maszyna dwusekcyjna firmy Numafa, składająca się z sekcji mycia głównego oraz sekcji splukiwania.

Praca zaprezentowana w artykule swoim zakresem obejmowała określenie:

- Wielkości produkcji [kg/dobę] – na podstawie raportów zakładowych,

- Strumienia ciepła dostarczanego do kotłów parowych [kJ/dobę] – na podstawie strumienia masowego spalnego węgla kamiennego i jego wartości opałowej podawanej przez Katowicki Holding Węglowy KWK „Wujek” dla każdorazowej dostawy węgla do zakładu,
- Strumienia ciepła użytecznego [kJ/dobę] – na podstawie parametrów i strumienia produkowanej pary, a ten – na podstawie strumienia masowego wody zasilającej kotły parowe, mierzonego licznikami METRON,
- Zużycia energii elektrycznej [kWh/dobę] – na podstawie liczników zakładowych.

Na podstawie pomiarów i obliczeń określono:

- Wartości wskaźników zakładowych zużycia energii cieplnej oraz energii elektrycznej – jako stosunek zużywanej energii do wielkości produkcji,
- Sprawność cieplną kotłów parowych – jako stosunek strumienia ciepła użytecznego do strumienia ciepła dostarczanego do kotłów parowych,
- Wskaźniki sumarycznego zużycia energii w paliwie pierwotnym – jako stosunek energii pierwotnej do wielkości produkcji,
- Emisję dwutlenku węgla na kg produkcji.

Przeliczając zużycie energii cieplnej i energii elektrycznej na energię pierwotną uwzględniono sprawność przemian podaną przez Wojdalskiego i in. [4] i zalecaną przez GIGE [2], która dla energii elektrycznej wynosi 0,3, dla energii cieplnej jako sprawność zakładowa obliczona na podstawie pomiarów.

Przy obliczaniu emisji dwutlenku węgla wykorzystano wartość emisji właściwej przy spalaniu węgla kamiennego równą 98,39 kg/GJ [3].

Przy obliczaniu odchylenia standardowego korzystano z programu komputerowego „Excel 97” (Microsoft).

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Zużycie energii cieplnej i energii elektrycznej

**Tabela 1.** Zużycie energii i wskaźniki energochłonności w badanym zakładzie

Mierzony parametr	Wymiar	Seria I (średnia*)	Seria II (średnia**)
Produkcja	kg/dobę	10 526 ± 287	10 446 ± 507
Zużycie energii cieplnej	GJ/dobę	23,80 ± 2,95	21,90 ± 3,15
Zużycie energii elektrycznej	kWh/dobę	2940 ± 101	2808 ± 199
Wskaźnik zużycia energii cieplnej	MJ/kg produkcji	2,26 ± 0,24	2,10 ± 0,28
Wskaźnik zużycia energii elektrycznej	Wh/kg produkcji	279 ± 9	269 ± 15

\* Średnia z dziewięciu dób pomiarowych

\*\* Średnia z ośmiu dób pomiarowych

Średnie wyniki badań z obu serii pomiarowych zestawiono w tabeli 1. Porównując wyniki badań uzyskane w serii I i serii II dotyczące wielkości produkcji, zużycia energii cieplnej,

energii elektrycznej oraz wskaźników zużycia energii cieplnej i energii elektrycznej można stwierdzić, że większe wartości tych parametrów uzyskano w serii I. Mimo bardzo podobnej wielkości produkcji 10526 kg w serii I i 10446 kg/dobę w serii II (różnica nie przekracza 1%) obserwuje się większe, dochodzące do 9% różnice w zużyciu energii cieplnej. Zużycie to w serii I wynosiło 23,8 GJ/dobę i 21,9 GJ/dobę w serii II. Podobne różnice, dochodzące do 8% występują również we jednostkowych wskaźnikach zużycia energii cieplnej (2,26 i 2,10 MJ/kg).

Zaobserwowane różnice w badanych parametrach dotyczących energii cieplnej można wytłumaczyć różną organizacją pracy kotłowni przy wytwarzaniu pary wodnej w I i II serii pomiarowej. Podczas pomiarów w serii I pracowały przez cały czas dwa kotły parowe, co było normalną praktyką. Zapotrzebowanie zakładu na parę grzejną było na takim poziomie, że mógłby je pokryć jeden kocioł parowy. Kierowana do działów produkcyjnych para w serii I miała wyższe ciśnienie, stąd i wyższe straty ciepła podczas redukcji ciśnienia, straty przez konwekcję i promieniowanie oraz przez nieszczelności, które występują w każdym zakładzie.

W I serii pomiarowej (tabela 1) obserwowano również nieco większe w stosunku do serii II zużycie energii elektrycznej (około 5%) i większy wskaźnik tego zużycia (około 4%). Różnice w zużyciu energii elektrycznej związane są z zużyciem energii cieplnej. Przy większym zużyciu energii cieplnej (seria I) więcej energii elektrycznej zużywa się na pozyskiwanie, pompowanie i uzdatnianie wody do zasilania kotłów parowych. Poza tym przy dwóch pracujących kotłach w serii I pracowała podwójna liczba wentylatorów podmuchowych i wyciągowych do spalin, co również zwiększało zużycie energii elektrycznej.

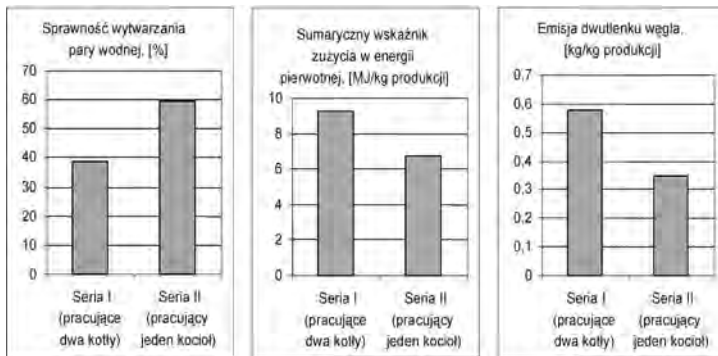
### Sprawność układu wytwarzania pary wodnej

Wyliczona na podstawie pomiarów sprawność układu wytwarzania pary wodnej w badanym zakładzie w serii I wynosiła 38,9 ± 7,2 % w serii II – 59,8 ± 7,7 % (rys. 1). Różnica jest bardzo duża i dochodzi do 54%. Tak duże różnice w sprawności wynikają z tego, że w I serii pomiarowej pracowały cały czas dwa kotły parowe, podczas gdy w II serii przez cały czas pracował jeden kocioł, a tylko 4 razy na 3 do 5 godzin uruchamiany był drugi kocioł parowy, by pokryć zwiększone zapotrzebowanie na parę i utrzymać odpowiednio wysokie ciśnienie pary w układzie.

Należy podkreślić, że niska sprawność układu wytwarzania pary wodnej nie dotyczy tylko badanego zakładu. Na sprawność kotłów parowych w granicach 30% opalanych węglem kamiennym, pracujących w przemyśle spożywczym zwraca uwagę Budny [1]. Podając przyczyny, wymienia między innymi niewłaściwą eksploatację, wynikającą często z braku możliwości regulacji niektórych parametrów, np. współczynnika nadmiaru powietrza.

Utrzymywanie w ruchu większej liczby kotłów niż to wynika z ich wydajności (seria I) sprawia, że kotły takie pracują z niepełnym obciążeniem, dalekim od obciążenia ekonomicznego. Przy obciążeniu różnym od ekonomicznego, kocioł pracuje ze sprawnością niższą niż maksymalna. Wynika to ze zwiększonych strat powstających w kotle, zwłaszcza tych niezależnych od obciążenia takich jak: straty promieniowania i konwekcji, odmulania, straty ciepła przez obmurze i inne. W serii II, gdy obciążenie kotła było większe i obniżyły się straty ciepła, zdecydowanie wzrosła sprawność (rys. 1.)





Rys. 1. Parametry energetyczne produkcji.

Większa sprawność układu wytwarzania pary to mniejsza masa spalanego paliwa. W badanym zakładzie w czasie II serii badań na uzyskanie jednostki energii ciepła użytecznego pod postacią pary zużywano o 40% mniej paliwa niż w serii I. Tak znaczna różnica w masie spalanego paliwa rzutuje na koszty i rentowność produkcji.

Służby energetyczne i właściciele zakładów często nie zwracają należytej uwagi na gospodarkę energetyczną i nie zdają sobie sprawy z tego jak duże straty ponoszą i jak niewiele trzeba by to zmienić. W badanym zakładzie zmiana organizacji pracy w kotłowni polegająca na produkcji pary w jednym kotle parowym odpowiednio obciążonym (seria II), zamiast w dwóch pracujących z obciążeniem dalekim od ekonomicznego (seria I) przyniosła oszczędność węgla w ilości około 830 kg/dobę. Oznacza to, że przy cenach węgla (w 2007 roku) o wartości opałowej 28 – 30 MJ/kg w zależności od sortymentu na poziomie 280 – 360 zł za tonę oszczędzano w ciągu miesiąca 5800 – 7500 złotych.

Mniejsza masa spalanego węgla wpływa korzystnie na środowisko. W badanym zakładzie wskaźnik emisji dwutlenku węgla (rys. 1.) w serii I wynosił  $0,58 \pm 0,08$  kg na kg produkcji i był o 66% większy od tego wskaźnika uzyskanego w serii II ( $0,35 \pm 0,06$  kg/kg). Podobne różnice występują w emisji innych substancji szkodliwych emitowanych do atmosfery takich jak dwutlenek siarki czy substancje stałe.

#### Sumaryczne wskaźniki energochłonności produkcji w paliwie pierwotnym

Mierzone wskaźniki jednostkowej energochłonności, choć przydatne do niektórych porównań, nie odzwierciedlają w pełni gospodarki energetycznej w zakładzie. Czasami mogą nieświadomie wprowadzać w błąd czy zniechęcać kierownictwo zakładu do wprowadzania zmian. W badanym zakładzie obliczone wskaźniki jednostkowej energochłonności w serii I i II jak to wykazano wyżej (tabela 1) różnią się o kilka procent i nie wskazują na niewłaściwą gospodarkę energetyczną. Wyraźne różnice w energochłonności produkcji w serii I i II widać po przeliczeniu energii cieplnej i energii elektrycznej na energię pierwotną i obliczeniu wskaźników sumarycznych (rys. 1.).

Zakładowy sumaryczny wskaźnik energochłonności w paliwie pierwotnym w I serii pomiarowej wynosił  $9,26 \pm 0,86$  MJ/kg, natomiast w serii II –  $6,78 \pm 0,74$  MJ/kg produkcji. Różnica jest wyraźna i wynika z różnej sprawności przemian energetycznych w kotłowni (wytwarzania pary wodnej) w I i II serii. W II serii energochłonność produkcji jest o 27 % niższa.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Służby energetyczne i właściciele zakładów przemysłu spożywczego powinny zwracać większą uwagę na gospodarkę energetyczną, ponieważ wpływa ona w znacznym stopniu na koszty produkcyjne zakładu, ceny wyrobów oraz zyski zakładu.
2. Utrzymywanie w ruchu większej liczby kotłów parowych niż to wynika z ich wydajności sprawia, że kotły takie pracują z niepełnym obciążeniem, dalekim od obciążenia ekonomicznego i pracują ze sprawnością niższą niż maksymalna.
3. W badanym zakładzie zmiana organizacji pracy w kotłowni polegająca na produkcji pary w jednym kotle parowym odpowiednio obciążonym, zamiast w dwóch pracujących z obciążeniem dalekim od ekonomicznego, przyniosła oszczędność węgla w ilości około 40 % (830 kg/dobę). Zmniejszyła się przy tym energochłonność produkcji w paliwie pierwotnym z 9,26 MJ/kg do 6,78 MJ/kg.
4. Mniejsza masa spalanego węgla wpływa korzystnie na środowisko. Zmniejszyła się emisja dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, pyłów i innych emitowanych do atmosfery zanieczyszczeń.

## LITERATURA

- [1] Budny J.: Jakie paliwa, jakie kotły, jakie nośniki energii. Podstawy modernizacji kotłowni parowych węglowych w polskim przemyśle mleczarskim, Przegląd Mleczarski 50 (12), 539-540, 2001.
- [2] GIGE: Wytyczne ustalenia i stosowania państwowych normatywów zużycia paliw i energii oraz wskaźników jednostkowej energochłonności, Główny Inspektorat Gospodarki Energetycznej, Warszawa, grudzień 1983.
- [3] Grzybek A.: Wpływ wybranych technologii na środowisko i energochłonność przetwórstwa owocowo-warzywnego (rozprawa habilitacyjna), Inżynieria Rolnicza, Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Komitet Techniki Rolniczej PAN, Polskie Towarzystwo Techniki Rolniczej, nr 2 (44), 2003.
- [4] Wojdalski J., Domagała A., Kaleta A., Janus P.: Energia i jej użytkowanie w przemyśle rolno-spożywczym, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1998.

## A NEW LOOK AT THE ENERGETIC FACTORS CONSUMPTION IN FOOD INDUSTRY

### SUMMARY

The article provides with analysis of the consumption of the energetic factors in the meat plant. Indicators of thermal and electrical energy consumption have been measured. Heat efficiency of the steam boilers has been defined and indicator of energy consumption (expressed in the energy of primary fuel) has been calculated. As a result of the study efficiency of the boiler house has been increased and in the time the hard coal consumption has been decreased by 40%. As a result the negative pollution's impact of the boiler house on the environment has been reduced.

Dr inż. Hanna JĘDRZEJCZYK

Dr inż. Monika HOFFMANN

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

## TENDENCJE W PRODUKCJI WYROBÓW PIEKARNICZYCH O PODWYŻSZONEJ WARTOŚCI ODŻYWCZEJ®

*Sytuacja na polskim rynku wyrobów piekarniczych wiąże się z ogólnoswiatowymi tendencjami zmierzającymi w kierunku produkcji pieczywa o obniżonej kaloryczności oraz podwyższonej wartości odżywczej, przy jednoczesnym zwiększeniu asortymentu wyrobów o działaniu dietetycznym i profilaktycznym, wspomagającego leczenie lub stosowanego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych.*

*Podwyższanie wartości żywieniowej pieczywa uzyskuje się poprzez wprowadzenie dodatków lub naturalnych surowców o wysokiej wartości fizjologiczno-żywieniowej. W celu poprawy wartości żywieniowej pieczywa, jako zamienniki mąki chlebowej, bądź dodatki technologiczne uzupełniające niedobór substancji odżywczych, stosowane są syntetyczne składniki odżywcze lub surowce naturalne bogate w składniki odżywcze pochodzenia roślinnego względnie zwierzęcego. Najczęściej wykorzystywane są surowce roślinne - zboża i przetwory zbożowe np. ziarna zbóż, mąki z całego ziarna, zarodki i otręby, gluten pszeniczny; nasiona roślin strączkowych, oleistych i ich przetwory takie jak mąka sojowa i grochowa; świeże i suszone owoce, warzywa i zioła oraz koncentraty i izolaty białkowe z nasion roślin strączkowych.*

**Słowa kluczowe:** wyroby piekarnicze, wartość odżywcza, wzbogacanie.

### PIECZYWO O PODWYŻSZONEJ WARTOŚCI ODŻYWCZEJ

#### WSTĘP

Oferta wyrobów piekarniczych jest obecnie bardzo urozmaicona, co związane jest ze stosowaniem nowych rozwiązań w zakresie technologii, wprowadzaniem nowych receptur, stosowaniem substancji dodatkowych, a także z rosnącymi potrzebami konsumentów. Popyt na wyroby piekarnicze zależy nie tylko od jakości pieczywa, ale także od jego smakowitości, różnorodności, świeżości, trwałości, a także walorów prozdrowotnych. W związku z tym, piekarstwo rozszerza asortyment produkcji pieczywa wprowadzając na rynek wyroby piekarnicze o podwyższonej wartości odżywczej, o przedłużonej trwałości, pieczywo dietetyczne i specjalne ze względu na smak i formę (pumpernikiel, pieczywo tostowe), czy pieczywo tradycyjne dla różnych krajów i regionów.

Fakt, że pieczywo jest produktem spożywczym pierwszej potrzeby daje możliwość jego wykorzystania jako nośnika składników odżywczych. Podwyższanie wartości żywieniowej pieczywa uzyskuje się poprzez wprowadzenie dodatków lub naturalnych surowców o wysokiej wartości fizjologiczno-żywieniowej [1].

Sytuacja na polskim rynku wyrobów piekarniczych wiąże się z ogólnoswiatowymi tendencjami zmierzającymi w kierunku produkcji pieczywa o obniżonej kaloryczności oraz podwyższonej wartości odżywczej, przy jednoczesnym zwiększeniu asortymentu wyrobów piekarniczych o działaniu dietetycznym i profilaktycznym. Zauważa się więc potrzebę wzbogacania pieczywa przez wprowadzanie różnorodnych składników odżywczych. Tego typu pieczywo można włączyć do kategorii żywności funkcjonalnej, o specyficznych walorach prozdrowotnych [15].

**Celem analizy prezentowanej w artykule jest upowszechnienie wiedzy żywieniowej, będącej potwierdzeniem realizowanego postępu techniczno-technologicznego w zakresie aktualnych tendencji w produkcji wyrobów piekarniczych o podwyższonej wartości odżywczej.**

Główny surowiec – mąka, stosowana do produkcji pieczywa podstawowego, jest często mąką niskowyciągową, jasną, zubożoną o cenne składniki odżywcze, takie jak: białko, błonnik pokarmowy, witaminy czy substancje mineralne. W celu poprawy wartości żywieniowej pieczywa, jako zamienniki mąki chlebowej, bądź dodatki technologiczne, uzupełniające niedobór substancji odżywczych, stosowane są syntetyczne składniki odżywcze lub, bardziej wartościowe żywieniowo, surowce naturalne, pochodzenia roślinnego względnie zwierzęcego [5, 15, 26]. Najczęściej wykorzystywane są surowce roślinne – zboża i przetwory zbożowe np. ziarna zbóż, mąki z całego ziarna, zarodki i otręby, gluten pszeniczny; nasiona roślin strączkowych, oleistych i ich przetwory takie jak mąka sojowa i grochowa; świeże i suszone owoce, warzywa i zioła oraz koncentraty i izolaty białkowe z nasion roślin strączkowych.

Spośród surowców pochodzenia zwierzęcego wykorzystywane jest głównie mleko i produkty mleczne – mleko surowe, odtłuszczone mleko w proszku, serwatka, kazeiniany.

Z grupy substancji syntetycznych do wzbogacania pieczywa wykorzystywane są witaminy z grupy B oraz sole wapnia. Szczególnie korzystne jest wzbogacanie pieczywa w składniki deficytowe w przeciętnej diecie, takie jak żelazo, wapń, tiamina, niacyna i ryboflawina [5, 12].

#### Zboża i mąki pełnoziarniste

Całe ziarna zbóż są powszechnie rekomendowane jako integralna część prawidłowo skomponowanej diety. Stanowią one ważne źródło składników pokarmowych, które zwykle spożywane są w niedostatecznej ilości. Są to : błonnik pokarmowy, skrobia oporna, pierwiastki śladowe, witaminy i inne związki biologicznie aktywne, w tym fitoestrogeny i antyoksydanty [25].

Spożywanie wyrobów piekarniczych produkowanych na bazie mąki pełnoziarnistej, z uwagi na dużą zawartość błonnika pokarmowego, jest szczególnie zalecane w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Pieczywo tego typu uznawane jest też za najbardziej dietetyczne, niskokaloryczne i nie powodu-

jące nadwagi. W szczególności skierowane jest do osób prowadzących bierny tryb życia [2].



Rys.1. Chleb „ZIARNIAK”.

#### Surowce owocowe i warzywne

Stosowane w piekarnictwie owoce, warzywa i produkty ich przetworzenia stanowią w pieczywie źródło błonnika nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego w wodzie (pektyny), który korzystnie wpływa na poziom cholesterolu we krwi. Związki pektynowe obniżają poziom cholesterolu na drodze procesów metabolicznych, zaś frakcje nierozpuszczalne błonnika obniżają poziom absorpcji cholesterolu z przewodu pokarmowego [20].



Rys.2. Chleb ze śliwką .

Poniżej podano krótką charakterystykę przykładowych produktów zaliczanych do wyrobów piekarniczych o podwyższonej wartości odżywczej, dostępnych na polskim rynku [2].

**Chleb żytni słowiański** – wytwarzany metodą tradycyjną na naturalnym kwasie z dodatkiem drożdży fermentacyjnych, na bazie mąki żytniej (typ 2000) i pszennej chlebowej, z dodatkiem pełnego ziarna żyta (25%). Zastosowanie mąki razowej i ziarna żyta wpływa na podniesienie zawartości błonnika i soli mineralnych (głównie wapnia, fosforu i żelaza). Ponadto produkt ten zawiera znaczne ilości witamin z grupy B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP).

**Chleb z aronią** – produkowany na bazie mąki pełnoziarnistej, z użyciem surowców takich jak: suszone owoce aronii (ewentualnie suszone owoce czarnej porzeczki, śliwki suszone lub owoce w syropie), miód sztuczny i syrop ziemniaczany. Zastosowanie aronii jako dodatku w procesie produkcji wpływa nie tylko na podwyższenie wartości odżywczej pieczywa, ale też nadaje specyficzną barwę miękiszu, smak oraz aromat. Ponadto owoce tej rośliny mają właściwości naturalnego konserwanta, dzięki czemu trwałość chleba z aronią jest przedłużona do 7 dni.

**Chleb wegetariański** – należy do kategorii pieczywa pszenne i produkowany jest z mąki pszennej Graham, z mąki pszennej chlebowej i dodatkiem mąki żytniej (typ 720). Jako dodatki wzbogacające stosuje się znaczny udział (24% w stosunku do mąki) orzechów, rodzynek, płatków owsianych i suszonych jabłek. Chleb wegetariański jest źródłem błonnika pokarmowego, składników mineralnych (wapnia, fosforu i żelaza) oraz witamin z grupy B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP).

**Chleb wieloziarnisty** - produkowany z mąki pszennej chlebowej, mąki pszennej Graham i mąki żytniej pyłkowej z 30% dodatkiem (w stosunku do mąki) surowców takich jak: pełne ziarna żyta, obłuszczone ziarna owsa, słonecznika, lnu, sezamu, zarodków pszennych. Cechuje się wysoką zawartością błonnika pokarmowego, składników mineralnych i witamin z grupy B.

#### Zastosowanie amarantusa (szarłat) w pieczywie

Przetwory z amarantusa – mąka, płatki, nasiona, które są wykorzystywane jako składnik pieczywa, stanowią bogate źródło skwalenu, cennej żywieniowo substancji o wielokierunkowym działaniu na organizm człowieka. Skwalen należy do grupy węglowodorów wielonienasyconych, triterpenów i jest zaliczany do lipidów (nie jest jednak tłuszczem). Nazwa tej substancji pochodzi od łacińskiej nazwy rekina – SQUALUS, którego wątroba jest niezwykle bogatym, tradycyjnym źródłem tego związku [13]. Skwalen wspomaga działanie wątroby w zakresie eliminacji toksyn z organizmu człowieka, odpowiada m.in. za syntezę cholesterolu [16, 22]. W związku z tym zastosowanie szarłat jako dodatku do wyrobów piekarniczych ma znaczenie w profilaktyce i dietoterapii chorób cywilizacyjnych, m.in. układu sercowo-naczyniowego.

Przykładem pieczywa wzbogacanego w amarantus jest „Chleb dla serca” (rys.3), szczególnie polecany w profilaktyce chorób układu krążenia. Koncepcja produktu i sposób jego wytwarzania opracowane zostały wg wytycznych i na zlecenie Fundacji Rozwoju Kardiologii oraz przy współpracy ze specjalistami Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie. „Chleb dla serca” wytwarzany jest z 10% dodatkiem przetworów z amarantusa (mąka i płatki) na bazie naturalnych składników (mąki żytniej, pszennej, drożdży), z zastosowaniem tradycyjnej fermentacji ciasta na zakwasie, co dodatkowo podnosi jego walory prozdrowotne

(Malinowska, 2006). Zawiera 21 mg skwalenu/100g wyrobu - tak więc spożywając 250 g tego pieczywa dziennie dostarczamy do organizmu ok. 52,5 mg tej substancji, czyli ilość zalecaną w diecie śródziemnomorskiej [22].



Rys.3. „Chleb dla serca”.

Produktem o podobnym charakterze jak „Chleb dla serca” jest dostępny na naszym rynku chleb „JUNAK”, który zawiera w swym składzie przetworzone nasiona amarantusa i wiesiołka. Nasiona wiesiołka są źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym kwasu gamma – linolenowego (GLA). GLA pełni ważną rolę w metabolizmie nienasyconych kwasów tłuszczowych, jest podstawową substancją prostaglandyn, hormonów tkankowych regulujących funkcjonowanie tkanek i narządów. Z prostaglandyn najważniejsza jest prostaglandyna E1 (PGE1), wpływająca na **obniżenie ciśnienia krwi, zmniejszająca ryzyko wytwarzania się skrzepów krwi, wzmagająca działalność systemu immunologicznego i regulująca funkcje mózgowie** [22].

#### Nasiona lnu (siemię lniane) jako dodatek do pieczywa

W ostatnich latach coraz większym zainteresowaniem cieszy się stosowanie jako dodatku do pieczywa nasion lnu. Wiąże się to nie tylko z ich korzystnym wpływem na jakość technologiczną chleba, ale głównie z dużą wartością odżywczą

i zdrowotną, wynikającą z wyjątkowego składu chemicznego. Nasiona lnu w swej suchej masie, stanowiącej ok. 90%, zawierają średnio 25% łatwo przyswajalnego białka, o strawności 85-90%, ok. 43% tłuszczu bogatego w wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA), ponad 4% składników mineralnych (głównie P, K, Zn, Mg, Cu) oraz węglowodany (pozostały udział), których znaczną część stanowi błonnik pokarmowy bogaty w pektyny,  $\beta$ -glukany, gumy, śluzu i hemicelulozy [7]. W medycynie nasiona lnu, ze względu na zawarte w nich substancje śluzowe, od dawna wykorzystywane są jako lek pomocniczy przy stanach zapalnych dróg oddechowych, schorzeniach żołądka, jelit oraz układu moczowego.

Ostatnio wiele uwagi poświęca się korzystnemu wpływowi nasion lnu na gospodarkę lipidową organizmu i ich hipocholesterolemicznemu działaniu. Właściwości te wynikają z wysokiej zawartości w nasionach niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), a zwłaszcza kwasu  $\alpha$ -linolenowego ( $C_{18:3}$ , n-3) - ponad 50% ogólnej zawartości NNKT [7, 8]. Związki te nie są syntetyzowane w organizmie człowieka i ze względu na fakt, że pełnią ważne funkcje strukturalne (wchodzą w skład błon komórkowych) oraz regulujące, muszą być dostarczane z pożywieniem. Kwasy te mogą też być wykorzystywane do syntezy innych deficytowych kwasów tłuszczowych, o większej liczbie atomów węgla oraz wiązań podwójnych, np. z kwasu  $\alpha$ -linolenowego ( $C_{18:3}$ , n-3) powstaje kwas eikozapentaenowy (EPA,  $C_{20:5}$ ) i dokozaheksaenowy (DHA,  $C_{22:6}$ ). Są one również prekursorami eikozanoidów (prostaglandyn, prostacyklin i tromboksanów). NNKT kontrolują też metabolizm cholesterolu w wątrobie poprzez hamujący wpływ na aktywność reduktazy HMG – CoA, odpowiadającej za jego syntezę. Dzięki temu obniżają poziom LDL w surowicy krwi [7,8].

Hipocholesterolemiczne działanie wykazuje również obecny w siemieniu błonnik pokarmowy. Substancje pektynowe,  $\beta$ -glukany i inne gumy oraz niektóre hemicelulozy tworzą w jelicie cienkim żele, w których mogą wiązać różne substancje, takie jak: cholesterol, kwasy żółciowe, trójglicerydy, redukując w ten sposób ich wchłanianie do krwi, a zwiększając ich wydalanie z organizmu.

Wykorzystanie dodatku nasion lnu do pieczywa korzystnie wpływa na jego wartość odżywczą i dietetyczną. Chleb z ich dodatkiem cechuje się wyższą zawartością białka, tłuszczu, błonnika pokarmowego oraz składników mineralnych (głównie Mg i Cu, ale też P, K i Zn) w porównaniu z chlebem tradycyjnym. Siemię lniane polepsza również jakość i przyswajalność składników odżywczych. Połączenie w jednym produkcie dwóch rodzajów białek roślinnych (lnu i zbożowych) stwarza możliwość pełniejszego ich wykorzystania przez organizm, dzięki wzajemnemu uzupełnianiu się aminokwasów. Natomiast zwiększenie zawartości NNKT w pieczywie, a zwłaszcza kwasu linolenowego poprawia profil kwasów tłuszczowych [8].

Ze względu na fakt, że całe nasiona lnu mogą być trudne do strawienia, a więc wykorzystanie z nich składników pokarmowych może być ograniczone, bardziej właściwe wydaje się dodawanie ich w postaci zmielonej, razem z mąką [6].

Korzystny efekt poprawy wartości odżywczej pszennego pieczywa jasnego uzyskano, stosując w doświadczeniu, zamiast części mąki, łączny dodatek nasion lnu i amarantusa, odpowiednio 13% i 10% w stosunku do mąki. Wykorzystywano je w formie zmielonej, jako dodatek do ciasta. Taki sposób wprowadzenia nasion, oprócz lepszej strawności, zapewniał

równomierne ich rozproszczenie w pieczywie. Opracowane pieczywo z nasionami, w porównaniu z próbą kontrolną (rys.4), bazującą na mące jasnej typ 650, charakteryzowało się pożądanymi cechami sensorycznymi, zbliżonymi do wyrobów z mąki pszennej razowej. Cechowała je wyraźnie wyższa, niż w pieczywie kontrolnym, zawartość białka, tłuszczu, składników mineralnych oraz zwiększony poziom błonnika pokarmowego. Poprawił się również profil kwasów tłuszczowych pieczywa poprzez wzrost zawartości NNKT z rodziny n-6 i n-3 [11].



A.

B.

**Rys.4.** Chleb pszenny wzbogacany nasionami lnu i amarantusa: (A) kontrolny (tradycyjny), (B) wzbogacany nasionami lnu i amarantusa (10% + 13%) .

#### Mleko i produkty mleczne

Pieczywo mleczne wyróżnia się szczególną wartością żywieniową ze względu na zwiększoną ilość pełnowartościowego białka (co jest skutkiem wzrostu udziału aminokwasów egzogennych), zwiększoną zawartość wapnia, witaminy A i D oraz witamin z grupy B [17, 18, 21, 28]. Cechy te powodują, że pieczywo z dodatkiem mleka powinno stanowić składnik codziennej diety, zwłaszcza dzieci, młodzieży, osób w podeszłym wieku, kobiet w ciąży i karmiących oraz osób wykonujących ciężką pracę fizyczną. Stosowne wydaje się być także włączenie tego typu produktów do diet laktowegetariańskich, laktoowogetariańskich i semiwegetariańskich. Poza tym należy też wspomnieć o korzystnym oddziaływaniu pieczywa mlecznego na równowagę kwasowo-zasadową, a tym samym na poprawę ogólnej kondycji organizmu [21].

#### Prebiotyki

Prebiotyki to przede wszystkim niestrawne węglowodany, nie hydrolizowane i nie wchłaniane w jelicie cienkim, które korzystnie wpływają na organizm człowieka na drodze selektywnej stymulacji wzrostu i aktywności jednego lub niewielkiej liczby gatunków bakteryjnych w okrężnicy. Efekt probiotyczny obejmuje stymulację rozwoju korzystnej dla zdrowia mikroflory przewodu pokarmowego oraz wystąpienie pozytywnych dla organizmu skutków miejscowych (w świetle przewodu pokarmowego) lub efektów układowych [10]. Liczne badania potwierdzają możliwość wykorzystania oligosacharydów w profilaktyce chorób żywieniowo zależnych. Większość przebadanych prebiotycznych składników żywności stanowią oligosacharydy, które zmieniają skład mikroflory jelitowej na korzyść bifidobakterii [27]. Stosunkowo nieliczne są prace dotyczące zastosowania prebiotyków w pieczywie. Podjęte z tego zakresu badania w Katedrze Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa SGGW wykazały możliwość zastosowania preparatów prebiotyków do podwyższania wartości

odżywczej wyrobów piekarniczych. Badania prowadzono w oparciu o recepturę podstawową na pieczywo Graham, stosując mąkę pszenną typ 750, wzbogaconą otrębami pszennymi [14]. Uzyskane pieczywo cechowało się korzystnymi walorami sensorycznymi, porównywalnymi z wysoko ocenianą próbą kontrolną (rys.5). Stwierdzono, że dodatek oligofruktozy lub inuliny w ilości 3% nie tylko pozwala na osiągnięcie efektu prebiotycznego, ale też dodatkowo dostarcza błonnika pokarmowego w ilości od 11 do 13g/100g produktu (w zależności od poziomu wzbogacania).

Zgodnie z obowiązującymi przepisami pieczywo wzbogacone przez dodatek prebiotyków można zaliczyć do kategorii produktów o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego[23].



A.

B.

C.

**Rys. 5.** Chleb z dodatkiem prebiotyków: (A) kontrolny (tradycyjny), (B) z 3% oligofruktozy w gotowym wyrobie, (C) z 3% inuliny.

### PIECZYWO SPECJALNE WSPOMAGAJĄCE LECZENIE LUB STOSOWANE W PROFILAKTYCE CHORÓB CYWILIZACYJNYCH

**Pieczywo specjalne** jest produkowane z produktów pszenicy lub żyta, bądź jednocześnie z pszenicy i żyta, przy czym zawiera także inne produkty zbożowe oraz dodatki roślinne i zwierzęce [9, 19]. Uwzględniając wysokie dzienne spożycie pieczywa i przetworów zbożowych produkty te mogą spełniać znaczącą rolę w żywieniu człowieka, wspomagając leczenie i spełniając rolę profilaktyczną [19].

W celu leczenia lub zapobiegania chorobom, zwłaszcza cywilizacyjnym, dostępne są w ofercie handlowej na naszym rynku następujące kategorie pieczywa specjalnego:

- ✓ chleb wysokobiałkowy,
- ✓ chleb wysokobłonnikowy,

- ✓ chleb bezglutenowy,
- ✓ pieczywo niskosodowe,
- ✓ chleb pszenny błonwit,
- ✓ chleb glutenowy,
- ✓ pieczywo na zakwasie
- ✓ pieczywo z amarantusem.



Rys. 6. Chleb bezglutenowy.

**Chleb wysokobiałkowy** – zawiera dodatek glutenu pszennego, produktów mlecznych, sojowych lub koncentratów białkowych; polecany jest chorym na cukrzycę.

**Chleb glutenowy** – produkuje się z glutenu witalnego i mąki pszennej graham; zawiera duże ilości białka (ok. 40% s.m.) oraz niewielki udział węglowodanów; jest przeznaczony dla osób chorych na cukrzycę.

**Chleb wysokobłonnikowy** – uzyskiwany jest przez dodatek surowców zawierających duże ilości włókna pokarmowego (płatki zbożowe, otręby, kasze, itp.); jest stosowany w profilaktyce chorób przewodu pokarmowego oraz w przypadku otyłości.

**Chleb bezglutenowy** – ten rodzaj pieczywa produkuje się z ryżu, prosa, gryki, kukurydzy oraz skrobi pszennej, a jako dodatki stosuje się mąkę sojową, produkty mleczne, jajeczne oraz zioła; zalecany jest dla osób wymagających diety bezglutenowej (celiakia, alergie).

**Pieczywo niskosodowe** – pieczywo o zmniejszonej zawartości sodu jest polecane zwłaszcza w profilaktyce i leczeniu nadciśnienia tętniczego, niewydolności krążenia, marskości wątroby oraz w przypadku niektórych chorób nerek.

**Chleb pszenny błonwit** – uzyskiwany jest z mąki pszennej i wzbogacany przez dodatek mleka w proszku, suszonych drożdży, zarodków i pszennej mączki niskokalorycznej; charakteryzuje się dużą zawartością naturalnych witamin i składników mineralnych oraz znacznie wyższą zawartością mikroelementów (w porównaniu z pieczywem jasnym), a także zwiększoną ilość błonnika pokarmowego, przez co wpływa na perystaltykę jelit i daje uczucie sytości; jest przeznaczony głównie dla osób prowadzących bierny tryb życia.

**Pieczywo z amarantusem** – zawierające skwalen i substancje przeciwutleniające (omówione powyżej).

### Charakterystyka żywieniowa pieczywa na zakwasie

Oddzielnego, bardziej szczegółowego omówienia wymaga **pieczywo na zakwasie** (rys.7) ze względu na szczególne właściwości zdrowotne i wysoką wartość odżywczą.

Prowadzenie fermentacji zakwasów w czasie wyrobu pieczywa korzystnie wpływa na zachowanie podczas wypieku wielu termolabilnych składników – kwasu foliowego, biosteroli,  $\beta$ -glukanów. Kwas foliowy ma znaczenie w przeciwdziałaniu miażdżycy i chorobom układu krążenia. Podczas wypieku pieczywa na zakwasie zawartość tego składnika zmniejsza się jedynie o 30% jego pierwotnej zawartości, natomiast w przypadku ciasta nieukwaszonego straty podczas wypieku sięgają aż 50% wartości wyjściowej.

Pieczywo wytwarzane z wykorzystaniem fermentacji mlekowej w zakwasie jest także źródłem witamin, głównie niacyny i ryboflawiny. Ponadto fermentacja z udziałem bakterii fermentacji mlekowej wpływa na zwiększenie biodostępności składników mineralnych, ponieważ prowadzi do skutecznej degradacji fitynianów. Dzięki temu pieczywo na zakwasach jest cennym źródłem mikro- i makroelementów, których przyswojenie z przewodu pokarmowego podczas spożywania pieczywa produkowanego bez etapu fermentacji mlekowej jest znacznie mniejsze. Do tych ważnych pod względem żywieniowym pierwiastków można zaliczyć m.in. cynk (bierze udział w przemianach białek i węglowodanów oraz wpływa na odporność organizmu), wapń (podstawowy składnik budulcowy kości i zębów), magnez i fosfor (składniki strukturalne kości).

Pieczywo na zakwasie jest także cennym źródłem aminokwasów egzogennych – lizyny, tryptofanu i metioniny, które powstają na skutek fermentacji mlekowej [3].



Rys.7. Chleb razowy na zakwasie

Pieczywo na zakwasie ma także cenne właściwości prozdrowotne. Powstający w procesie fermentacji kwas mlekowy wykazuje korzystny wpływ na funkcjonowanie przewodu pokarmowego. Reguluje pH treści jelitowej dzięki czemu wpływa na optymalizację procesów trawienia i wydalania zapobiegając zaporciom. Wpływa także na obniżenie pH środowiska, a tym samym ogranicza rozwój niepożądanego mikroflory, w tym mikroorganizmów potencjalnie chorobotwórczych,

a sprzyja rozwojowi tzw. probiotyków. Bakterie probiotyczne wykazują szczególnie korzystny wpływ na organizm człowieka, gdyż zwiększają odporność organizmu i neutralizują związki o charakterze rakotwórczym. Ponadto syntetyzują witaminy i wytwarzają enzymy wpływające na poziom wykorzystania składników żywności przyczyniając się do utrzymania równowagi mikroflory jelitowej.

Jak pokazują wyniki badań przeprowadzonych na zwierzętach, spożywanie pieczywa na zakwasach zmniejsza poziom cholesterolu LDL, a tym samym obniża ryzyko wystąpienia zawału serca. W związku z tym słuszne wydaje się zalecanie pieczywa tego typu zarówno w celach prewencyjnych, jak i terapeutycznych [3].

Fermentacja mlekowa powinna być również stosowana w procesie produkcji pieczywa hipoaergicznego, ponieważ jak pokazują ostatnie wyniki badań może ona w znaczący sposób wpływać na obniżenie immunoreaktywności mąki pszennej. W trakcie fermentacji zachodzi daleko posunięta hydroliza białek, której stopień zależy od indywidualnych cech szczepowych bakterii biorących udział w tym procesie. Tak więc poprzez odpowiedni dobór wprowadzanych do mąki szczepów bakterii mlekowych można modyfikować jej potencjalną alergenność [4].

## PODSUMOWANIE

Ziarna zbóż, stanowiące podstawę produkcji wyrobów piekarniczych, na skutek procesów przetwarzania są zubożane w wartościowe składniki odżywcze, takie jak: białko, błonnik pokarmowy, składniki mineralne i witaminy, co odnosi się szczególnie do mąk jasnych, niskowyciągowych, stanowiących główny składnik wielu rodzajów pieczywa.

Z uwagi na fakt, że zalecane przez żywieniowców pieczywo razowe, bogate w składniki odżywcze, nie przez wszystkich jest akceptowane, istnieje potrzeba podwyższania wartości odżywczej wyrobów piekarniczych poprzez wprowadzenie dodatkowych składników wzbogacających.

Wzbogacaniem pieczywa zainteresowani są sami konsumenci, którzy w związku z rozwojem chorób cywilizacyjnych chcą komponować dietę w sposób prawidłowy z żywieniowego punktu widzenia, wykorzystując produkty o działaniu prozdrowotnym.

Podwyższanie wartości odżywczej pieczywa poprzez wprowadzenie surowców lub dodatków naturalnych, będących źródłem określonych składników odżywczych, pozwala otrzymać wartościowe produkty, o cechach żywności funkcjonalnej. Najczęściej stosuje się: ziarna i przetwory zbożowe ze zbóż niechlebowych i pseudozbóż, nasiona roślin oleistych, mleko i przetwory mleczne, warzywa, owoce i ich przetwory, zioła i przyprawy.

- *Mąka i przetwory ze zbóż niechlebowych* stosowana jest w celu zwiększenia zawartości aminokwasów egzogennych, błonnika, soli mineralnych, witamin, substancji tłuszczowych.
- Dodatek *mleka i produktów mlecznych* do pieczywa wpływa na zwiększenie zawartości białka, wapnia i ryboflawiny, co ma szczególnie ważne znaczenie żywieniowe z uwagi na fakt zbyt niskiego spożycia wapnia i ryboflawiny w polskich dietach.
- *Nasiona roślin oleistych* wprowadzone jako dodatek

wzbogacający wpływają na zwiększenie ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych, białka o wysokiej wartości odżywczej, tłuszczów oraz witamin z grupy B i witaminy E.

- *Zboża alternatywne (pseudozboża)* stosuje się w celu zwiększenia zawartości pełnowartościowego białka, puli nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz błonnika pokarmowego.
- *Owoce, warzywa i ich przetwory* stosowane są w celu zwiększenia zawartości błonnika pokarmowego w produkcie oraz zwiększenia udziału jego frakcji rozpuszczalnych w wodzie.

## LITERATURA

- [1] Bartnikowska E.: Dodatki do pieczywa o działaniu prozdrowotnym, Przgl. Piek. Cuk., 2007, 8, 4-6.
- [2] Czarnicka K.: Wzbogacane chleby z mąki pełnoziarnistej w Białymstoku, Przgl. Piek. Cuk., 1997, 4, 6-7.
- [3] Diowksz A. : Pieczywo na zakwasie kluczem do zdrowia, Przgl. Piek. Cuk., 2006a, 1, 2-5.
- [4] Diowksz A.: Pieczywo hipoaergiczne-poszukiwanie nowych rozwiązań dla szybko rosnącego rynku produktów dietetycznych, Przgl. Piek. Cuk., 2006b, 8, 2-4.
- [5] Flaczyk E., Kawka A.: Zastosowanie wybranych dodatków technologicznych do pieczywa, [w:] Czapski J., Grajek W., Pośpiech E. (red.): Surowce, technologia i dodatki, a jakość żywności, Wyd. AR, Poznań, 1999, 167-185.
- [6] Gambuś H., Borowiec F., Gambuś F., Zając T.: Zdrowotne aspekty chleba z dodatkiem nasion lnu oleistego, Żywność Nauka Technologia Jakość, 1999, 21 (4) 185 Supplement.
- [7] Gambuś H., Borowiec F., Zając T.: Chemical composition of linseed with different colour of bran layer, Polish J. Food Nutr. Sci., 2003, 12/53 (3) 67.
- [8] Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zając T.: Możliwość zastosowania nasion lnu oleistego w piekarstwie, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, Techno. Żywn., 1999, 11 (360) 83.
- [9] Gąsiorowski H. : Niektóre aspekty żywieniowe pieczywa, Przgl. Piek. Cuk., 2004, 2, 2-4.
- [10] Gibson G.R., Roberfroid M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, J. Nutr., 1995, 125 (6), 14101-1412.
- [11] Jędrzejczyk H., Woźniak A.: Zastosowanie nasion lnu i amarantusa jako naturalnych polepszaczy pieczywa, [w:] Brzozowska A., Gutkowska K. (red.): Wybrane problemy nauki o żywieniu człowieka u progu XXI wieku, Wyd. SGGW, Warszawa, 2004, 531-536.
- [12] Kawka A.: Jakość i skład chemiczny pieczywa z udziałem wysokobłonnikowego produktu jęczmiennego, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna-suplement, 2005, t.38, 147-152.
- [13] Kelly G.S.: Squalene and its potential clinical uses, Alt. Med. Rev., 1999, 4(1), 29 – 36.
- [14] Klewicka A.: Projektowanie pieczywa z substancjami bioaktywnymi-prebiotykami, Praca magisterska wyko-

- nana w Zakładzie Towaroznawstwa i Żywności Funkcjonalnej na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW, Warszawa, 2007r.
- [15] Kot M.: Pieczywo prozdrowotne – wykorzystanie zbóż niechlebowych oraz nasion roślin oleistych, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2007, 9, 11-13.
- [16] Malinowska J.: „Chleb dla serca” pomaga budować Polskie Sztuczne Serce, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2006, 6, s. 10-11.
- [17] Mielcarz M.: Wartość odżywcza pieczywa i jego przeznaczenie dla konsumentów wymagających określonych diet (cz. II), *Przegl. Piek. Cuk.*, 2004a, 12, 12-13.
- [18] Mielcarz M.: Wzbogacanie wartości żywieniowej pieczywa, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2004b, 2, 14-17.
- [19] Mielcarz M.: Wartość odżywcza pieczywa i jego przeznaczenie dla konsumentów wymagających określonych diet (cz. III), *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, 6, 2-3.
- [20] Piesiewicz H.: Chleb z owocami-uzdrawiający pokarm, *Przegl. Piek. Cuk.*, 1996, 12, 20-21.
- [21] Piesiewicz H.: Chleby mleczne, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2006, 9, 50-52.
- [22] Piesiewicz H.: Ewolucja znaczenia chleba w żywieniu człowieka, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2007, 9, 4-6.
- [23] Rozporządzenie (WE) NR 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.
- [24] Rutkowska J.: Amaranthus – roślina przyjazna człowiekowi, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2006, 1, 6-10.
- [25] Slavin J., Jacobs D., Marquardt L.: Whole-Grain Consumption and Chronic Disease: Protective Mechanisms, *Nutr. and Cancer*, 1997, 27 (1), 14-21.
- [26] Sobieraj I., Kaczor A.: Wykorzystanie zbóż niechlebowych w technologii produkcji pieczywa, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2003, 12, 6-9.
- [27] Van Loo J., Cummings J., Delzenne N., Englyst H., Franck A., Hopkins M., Kok N., Macfarlane G., Newton D., Quigley M., Roberfroid M., van Vliet T., van den Heuvel E.: Functional Food Properties of Non-digestible Oligosaccharides: a Consensus Report from the ENDO Project (DGXII AIRII-CT-1095). *Brit. J. Nutr.*, 1999, 81, 121-132.
- [28] Waszkiewicz-Robak B.: Pieczywo [w:] Świdorski F. (red.): Towaroznawstwo żywności przetworzonej, Wyd. SGGW, Warszawa, 2003, 360-385.

## TRENDS IN MANUFACTURING OF BAKERY GOODS WITH INCREASED NUTRITIONAL VALUE

### SUMMARY

*High nutritional value bakery products are obtained by use of functional additives of high biological or nutritional activity. Raw materials of plant origin are frequently used for functional enrichment, for example: cereal seeds, flours of whole meal flours, germs, bran, wheat gluten, legumes seeds, soy flour, bean flour, fresh and dried fruits or vegetables, herbs, isolates and concentrates of proteins.*

*New bakery products in Poland are developed in accordance with world tendencies toward low energy, high nutritional value, prohealth activity.*

**Key words:** *bakery products, nutritional value, enrichment.*



Prof. dr hab. inż. Jarosław DIAKUN  
Mgr inż. Mariusz SEŃCIO  
Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych, Politechnika Koszalińska

# PRZEGLĄD KONSTRUKCYJNO-FUNKCJONALNY MASOWNIC DO MIĘSA

## Część I

### MASOWNICE BĘBNOWE I MIESZADŁOWE®

*Artykuł jest dwuczęściowy. Prezentuje masownice do mięsa oraz analizę funkcjonalną rozwiązań konstrukcyjnych. W części I artykułu opisano istotę i cel technologiczny procesu masowania. Przedstawiono budowę bębnowych i mieszadłowych masownic mięsa. Przeprowadzono analizę rozwiązań konstrukcyjnych na podstawie przeglądu katalogów i stron internetowych producentów urządzeń. W cz.II będą opisane systemy załadunku, wyładunku, chłodzenia, ogrzewania, pokrywania półproduktów fazą ciekłą w warunkach kriogenicznych i sterowania.*

**Słowa kluczowe:** masownica mięsa, plastyfikacja mięsa, peklowanie.

## WPROWADZENIE

Jednym z efektów postępu technologicznego w przetwórstwie surowców mięsnych jest zastosowanie masownic. Według Pijanowskiego „Masownica szynki – to aparat do próżniowego mieszania z równoczesnym ugniataniem wykrojonych kawałków mięsa (np. szynki, łopatki, polędwice), przeznaczonych do produkcji konserw zawierających mięso w blokach lub wędzonek” [9]. Obróbka mięsa przeprowadzana w masownicach powodująca zmianę jego tekstury nazywana jest masowaniem, uplastycznianiem lub plastyfikacją. Operacja ta zmienia sprężysto-elastyczne właściwości mięsa na plastyczno-lepkie [1, 8, 4, 11].

Masowanie realizowane jest przez zderzanie i przemieszczanie się wzajemne kawałków mięsa w obracającym się bębnie lub w zbiorniku nieruchomym, gdzie elementem mieszającym i ugniatającym jest mieszadło. Masowanie stosuje się w celu intensyfikacji procesów fizykochemicznych, takich jak: zwiększenie szybkości reakcji chemicznych, zwiększenie szybkości wymiany ciepła, przyspieszenie wymiany masy w procesach dyfuzyjnych (dyfuzja solanki), zniszczenie komórek mięśniowych i zwiększenie ekstrakcji białek, osłabienie lub rozerwanie tkanki łącznej dla poprawy kruchości. Masowaniu poddaje się najczęściej mięso wcześniej nastrzyknięte solanką. Proces masowania umożliwia równomierne rozprowadzenie składników solanki we wnętrzu kawałków mięsa i przyspieszenie jego równomiernego peklowania.

Masowanie to faza technologiczna w procesie produkcji wędzonek i konserw po zabiegach nastrzykiwania i tenderyzacji lub maceracji. Po zabiegu masowania ma miejsce formowanie kawałków mięsa w różnej wielkości kształty i formy konserwy lub wędzonki, które poddane są następnie obróbce termicznej.

Proces masowania powoduje znaczne podniesienie jakości i wydajności produktów mięsnych, w tym zwiększenie soczystości produktu, jego równomierne wybarwienie, silniejsze wiązanie plastrów w gotowym wyrobie [7]. Według Wajdzika na jakość gotowego wyrobu ma wpływ konstrukcja urządzenia, do której należy dostosować cykl masowania. Zastosowana właściwa technika masowania mięśni w urządzeniu

do uplastyczniania pozwala bowiem uzyskać wyrób finalny o wysokiej jakości sensorycznej [13]. Obecne masownice są uniwersalne i znajdują zastosowanie przy: masowaniu, mieszaniu, marynowaniu, soleniu na sucho, dodawaniu przypraw, wędzeniu przez obtaczanie w płynnym dymie, rozmrażaniu, gotowaniu, powlekanii mięsa sosem w warunkach kriogenicznych (coating), głębokim mrożeniu i chłodzeniu pośrednim lub bezpośrednim.

## ZAKRES ANALIZ

Analizę rozwiązań konstrukcyjnych przeprowadzono na podstawie danych z katalogów i stron internetowych ok. 32 firm polskich i zagranicznych produkujących masownice. Można wyliczyć ok. 32 typy masownic bębnowych z załadunkiem bocznym, 195 typów masownic bębnowych z załadunkiem czołowym, 5 typów masownic bębnowych z wymiennymi zbiornikami (system Batch), 13 typów masownic bębnowych o pracy ciągłej, 64 typów masownic mieszadłowych.

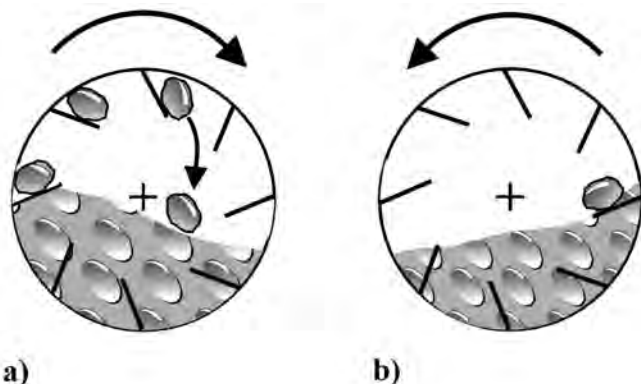
Przeгляд konstrukcji przedstawiony będzie w dwóch częściach. W niniejszym artykule (część I) omówione zostaną podstawowe odmiany konstrukcyjne masownic. W następnym artykule (część II) przedstawione zostaną zagadnienia wyposażenia i funkcji uzupełniających masownic, między innymi: załadunek, wyładunek, chłodzenie, ogrzewanie, pokrywanie półproduktów fazą ciekłą w warunkach kriogenicznych, sterowanie.

## PODSTAWOWE ODMIANY KONSTRUKCYJNE

Ze względu na mechanizm wymuszenia ruchu wsadu masowanego mięsa wyróżnić można masownice bębnowe i mieszadłowe.

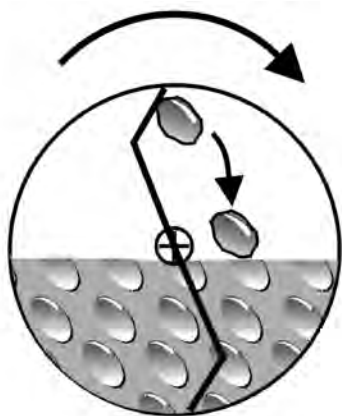
W masownicach bębnowych obracający się zbiornik (bęben) wymusza ruch surowca. Formy oddziaływań mechanicznych na masowane mięso przedstawiono na rys. 1. Intensywność i charakter oddziaływania zależy od ustawienia półek w bębnie i kierunku obrotu bębna. Rys. 1a obrazuje sytuację, gdy kawałki mięsa są unoszone do góry za pomocą wbudowanych półek, podczas obrotu bębna. Kawałki mięsa spadając zderzają się z masą wsadu oraz o ścianki bębna. Obróbka ma charakter dynamicznego oddziaływania na obrabiane mięso.

Rys. 1b przedstawia sytuację, gdy bęben obraca się w przeciwnym kierunku. Następuje zsuwanie porcji mięsa po półce, mieszanie wsadu, tarcie mięśni między sobą, tarcie o ściankę bębna i półki. Charakteryzuje to łagodne oddziaływanie na masowane mięso.



**Rys. 1.** Rodzaje oddziaływań mechanicznych na masowane mięso: a) unoszenie, uderzanie; b) zsuwanie kawałków mięsa, mieszanie.

W masownicach mieszadłowych zbiornik jest nieruchomy a ruch surowca powoduje obracające się ramię mieszadła. Zasadę działania ilustruje rys. 2. Jedno lub kilka mieszadeł o różnych kształtach obraca się w bębnie. Intensywność oddziaływania w procesie masowania zależy od kształtu mieszadeł lub uzyskuje się przez regulację stopnia pochylenia bębna. Przy poziomym ustawieniu bębna poprzez unoszenie i spadanie kawałków mięsa występuje intensywne dynamiczne oddziaływanie. Przy pionowym ustawieniu osi bębna mieszadło powoduje łagodny ruch wsadu mięsnego. Skośne ustawienie osi daje efekty pośrednie. W pozycjach pośrednich, zmieniając kąt nachylenia zbiornika, możemy regulować siłę oddziaływania mechanicznego na mięso.



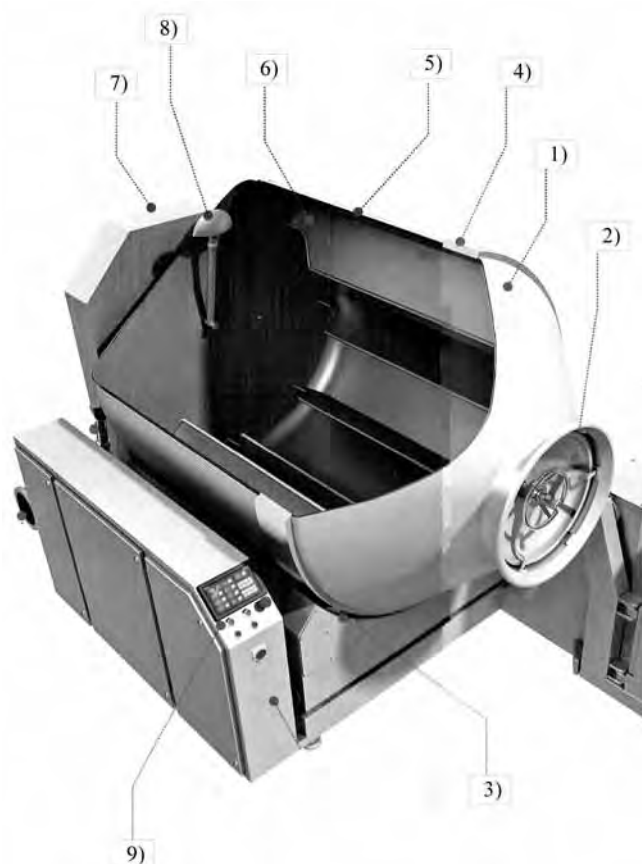
**Rys. 2.** Ilustracja oddziaływań mechanicznych na masowane mięso w masownicy mieszadłowej.

## MASOWNICE BĘBNOWE

Widok standardowej postaci masownicy bębnowej pokazano na rys. 3.

Bęben masownicy zamocowany jest obrotowo na ramie poprzez wałek integralnie połączony z dennicą a z przodu podparty jest na rolkach. Bęben napędzany jest z silnika poprzez system przekładni. Stosowane są prędkości obrotowe w zakresie od 1,5 do 15 obr/min z płynną regulacją prędkości obrotowej

i możliwością zmiany kierunku obrotu. W kształcie bębna wyróżnić można środkową część cylindryczną, zamkniętą z jednej strony dnem płaskim (tył bębna) a z drugiej stożkiem ściętym, w którym znajduje się pokrywa otworu załadunkowo-wyładowczego. Wewnątrz bębna występują wzdłużne półki (żebra) odchylone w stosunku do kierunku promieniowego. Strefa cylindryczna w części dwupłaszczkowa tworzy przestrzeń dla medium chłodzącego. Zespołami uzupełniającymi funkcjonalność masownicy jest instalacja podciśnienia oraz instalacja chłodząca. Powietrze z bębna jest odsysane za pomocą pompy próżniowej przez umiejscowiony przy dennicy nieruchomy odsysak i schłodzone przez instalację glikolową lub freonową. Zespoły napędu, podciśnienia oraz schładzania zabudowane są osłonami tak, że całość maszyny tworzy zwartą bryłę. W zabudowie znajduje się również zespół zasilania elektrycznego i sterowania z pulpitem sterującym.



**Rys. 3.** Widok masownicy bębnowej z wyciętym płaszczem bębna: 1) zbiornik, 2) pokrywa, 3) rolka podporowa, 4) bieżnia zbiornika, 5) płaszcz chłodzący, 6) półki, 7) łożo, 8) odsysak, 9) pulpit sterowniczy.

Podstawowym parametrem techniczno-użytkowym masownicy jest objętość bębna. Ze względu na jego pojemność wyróżnić można następujące grupy wielkościowe masownicy:

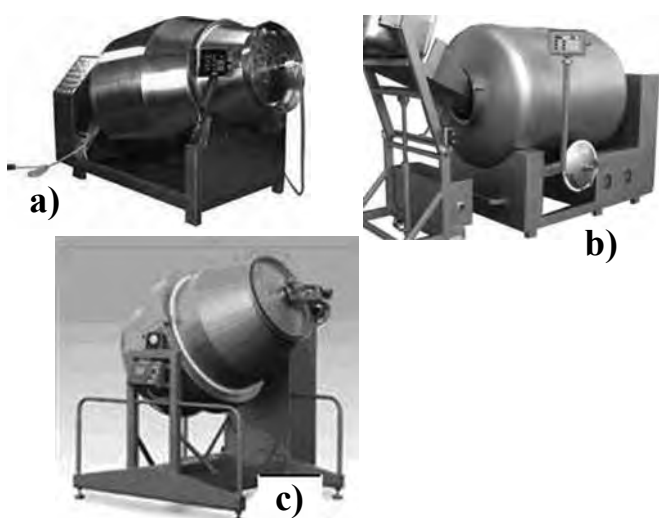
- bardzo małe o pojemności do 200 litrów, stanowiące wyposażenie zakładów gastronomicznych i małych rzemieślniczych zakładów masarskich;
- małe powyżej 200 do 400 litrów, przystosowane do załadunku ze standardowego pojemnika – wózka typu Cymbre;
- średnie od 400 do 1000 litrów, najbardziej popularne w średnich przetwórcach mięsnych do 20 ton dobowej produkcji;

- duże od 1000 do 6000 litrów, stosowane w dużych zakładach mięsnych w instalacjach o działaniu potokowym, o produkcji dobowej do 100 ton;
- bardzo duże od 6000 do 20000 litrów, przy pomocy których w bardzo dużych zakładach mięsnych wyroby wędliniarskie wytwarzane są w instalacjach o działaniu potokowym, o produkcji powyżej 100 ton na dobę.

Dla masownic bębnowych producenci zalecają stopień załadunku na poziomie od 60% do 75% ich pojemności.

## BUDOWA BĘBNA

Najbardziej typowym kształtem bębna jest przedstawiony i opisany na rys.3. Charakteryzuje się tym, że posiada długą strefę cylindryczną zamkniętą od tyłu płaskim dnem i krótki stożek zakończony otworem załadunkowo-rozładunkowym. Inne odmiany kształtów bębna obrazuje rys. 4. Na rys. 4a przedstawiono bęben, który posiada krótki cylinder z płaskim dnem i długi stożek zakończony otworem załadunkowo-rozładunkowym. Dłuższy stożek powoduje łagodne rozmieszczenie wsadu w trakcie załadunku oraz płynny rozładunek. Negatywną właściwością stożka jest segregacja wielkościowa kawałków mięsa. Na rys. 4b przedstawiono bęben cylindryczny z obustronnymi obłymi dennicami. Charakteryzuje się on symetryczną budową. Może to powodować wyrzucanie wsadu porcjami w trakcie wyładunku a przez to wystąpienie zjawiska chłapania surowca. Bębny o długich strefach cylindrycznych najczęściej występują w masownicach o dużych pojemnościach powyżej 1000 litrów. Konstrukcję bębna zbudowanego z krótkiej strefy cylindrycznej i dwóch długich stożków ściętych, zakończonych płaską dennicą z jednej strony i otworem załadunkowo-rozładunkowym z drugiej strony ustawionych symetrycznie obrazuje rys. 4c. Taka konstrukcja może przeciwdziałać segregacji surowca poprzez symetryczne oddziaływanie obu końców.

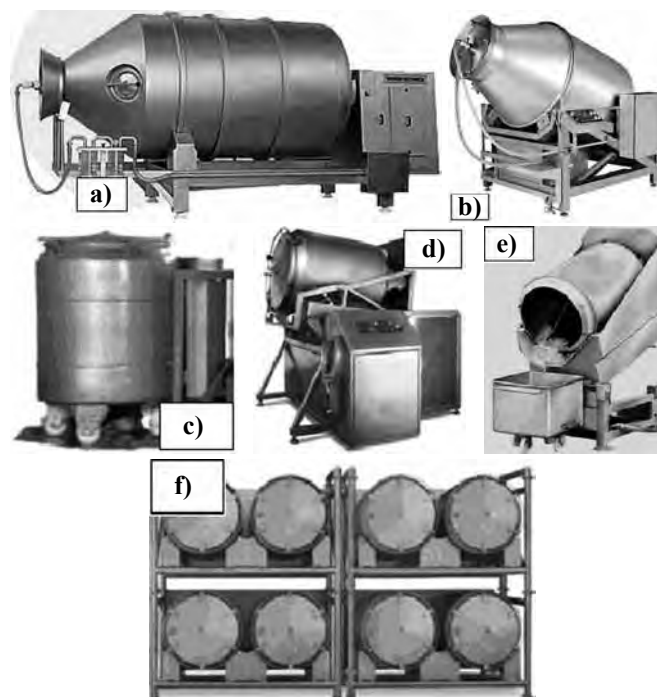


Rys. 4. Widoki masownic z różnymi kształtami bębnow.

Masownice mogą charakteryzować się różnym stopniem mobilności bębnow. Konstrukcje przedstawione na rys. 3, 4a i 5b posiadają system hydrauliczny zmiany położenia osi bębna. W fazie napełniania i pracy bęben ustawiony jest skośnie, z uniesionym otworem załadunkowym. Za pomocą układu siłownika hydraulicznego możliwe jest unoszenie tylnej części

bębna. Poprzez zmianę osi bębna następuje jego opróżnianie. Dzięki skośnemu ustawieniu bębna wzrasta stopień załadunku bębna do 75%. Na rys. 4c pokazano masownicę, w której wyładunek jest możliwy z przodu lub z tyłu maszyny. Wahliwe sworzniowe mocowanie bębna umożliwiające zmianę pozycji bębna o kąt 230° pozwala na odwrócenie bębna na drugą stronę. Na rys. 4b i 5a przedstawiono konstrukcje o stałej osi poziomej. Mogą one pracować przy wypełnieniu od 60 do 65%. Wyładunek następuje poprzez obrót bębna w przeciwnym kierunku.

Na rys. 5c,d,e,f pokazano masownice z bębniami wymiennymi – posiadające własne układy jezdne. Na rys. 5c uwidoczniło mocowanie bębna w hydraulicznym układzie napędowym. Bęben w fazie pracy przedstawia rys. 5d, a w fazie wyładunku rys. 5e. Bębny mogą być dodatkowo użyte do transportu i składowania wsadu surowcowego. Na rys. 5f pokazano regały magazynku bębnow. Mogą w nich zachodzić procesy sezonowania, peklowania i marynowania mięsa wymagające czasu. Ma to na celu oszczędność powierzchni. Dzięki dużym średnicom otworów ułatwiony jest załadunek i rozładunek surowca.



Rys. 5. Widoki masownic o różnym stopniu mobilności bębna.

Ze względu na oddziaływanie mechaniczne na mięso bardzo ważnym elementem roboczym jest wewnętrzna konstrukcja bębna masownicy. W bębnie mogą znajdować się różnie usytuowane i w różnej ilości i kształcie: przegrody, półki, łapy, płetwy i pręty. Na rys. 3 pokazano wnętrze typowej masownicy bębnowej. W strefie cylindrycznej znajdują się skośne poosiowe półki z usztywnieniami znajdującymi się na ich krawędziach. Takie ustawienie powoduje, że w czasie ruchu bębna w lewo zachodzi silne dynamiczne oddziaływanie na mięso. Znajduje to zastosowanie do obróbki agresywnej wszelkich gatunków mięs czerwonych takich jak mięśnie szynki bez kości. W czasie ruchu w przeciwnym kierunku, mięso ześlizguje się po półkach i jest delikatnie poddawane obróbce mechanicznej. Ma to miejsce w trakcie masowania delikatnego wszelkich gatunków mięs drobiowych i niektórych mięśni mięs czerwonych takich jak polędwica, boczek

i karkówka. Liczba półek może się różnić w zależności od typów konstrukcyjnych i zwykle występuje w zakresie od jednego do ośmiu.

Odmianą konstrukcji wnętrza przedstawionej na rys. 3 jest bęben z przestrzennymi przegrodami (rys. 6a). Jest to rozwiązanie konstrukcyjne, gdzie w przestrzeniach wewnętrznych krąży czynnik chłodniczy. Chłodzone półki powodują silne oddziaływanie ciepłe poprzez zwiększenie powierzchni chłodzącej. Na rys. 6b przedstawiono wnętrze masownicy z podwójnym układem półek spiralnych tworzący wstęgi. System jest stosowany w masownicach o długich bębnach. Takie usytuowanie powoduje ześlizgiwanie się surowca z półek i przemieszczanie poosiowe. Zsuwanie się materiału po wstęgach powoduje tarcie elementów o siebie. Ten system jest stosowany do obróbki **elementów mięsnych z kością i bez kości, mięs drobnych oraz delikatnego mięsa drobiowego i owoców morza**. Rys. 6c przedstawia poczwórny układ półek śrubowych helikoidalnych. Ten system jest także stosowany w masownicach o długich bębnach o dużej pojemności, gdzie znacznie wydłuża drogę przebytą przez mięso. Przy małej prędkości obrotowej bębna uzyskuje się masowanie przez tarcie elementów mięsnych o siebie, podczas gdy przy dużej prędkości obrotowej bębna elementy mięsa są unoszone do góry a masowanie zachodzi przez uderzanie spadającego z góry mięsa o powierzchnię wsadu mięsnego. Cztery wstęgi wywołują intensywniejsze oddziaływanie mechaniczne niż dwie. Zaprojektowane zostały dla optymalnych produkcji każdego rodzaju produktu z kością i bez kości, piersi i nóżek drobiowych, boczku i żeberek wieprzowych.

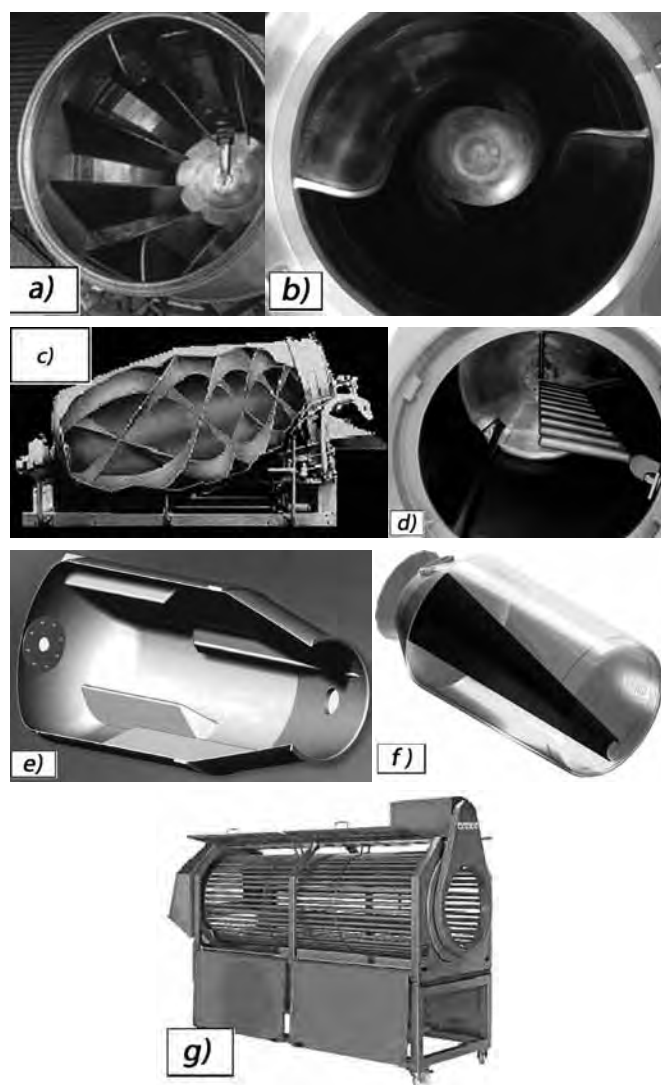
W bębnie (rys. 6d) oprócz półki stałej znajduje się półka utworzona przez rząd prętów wmontowywanych w płaszcz bębna, nie przytwierdzanych na stałe. Oprzyrządowanie to jest nazywane przez producenta mieszadłem aktywnego masowania. Powoduje przeciskanie się mięs drobnych między prętami, intensyfikując proces masowania. Może tu być wykorzystany także efekt ociekania mięsa unoszonego przez półkę prętową. Rozwiązanie to stosowane jest do masowania mięs drobnych przy produkcji wyrobów blokowych i szynek w puszkach.

Na rys. 6e przedstawiono rozwiązanie, gdzie wewnątrz bębna występują półki niezależnie w strefie cylindrycznej i stożkowej. Przeciwdziała to segregacji w strefie stożkowej. Według producenta mają one zwielfokrotnić obracanie materiału w trakcie jednego obrotu bębna i zintensyfikować działanie mechaniczne. Taka konstrukcja jest stosowana do dynamicznej obróbki mięśni szynek wieprzowych.

Na rys. 6f przedstawiono wnętrze bębna masownicy, w którym występuje jedna półka. Ukształtowana jest tak, że ma mały promień zwinienia przy dennicy i coraz większy promień zakrzywienia w kierunku strefy stożkowej. Producent nazywa to półką ślimakową. Takie usytuowanie powoduje ześlizgiwanie się surowca i przemieszczanie wzdłuż osi bębna po wstędze, powodując **delikatne uplastycznianie mięs np.: drobiowych, karczków i boczku. Konstrukcja takich masownic pozwala również na masowanie przy małym wypełnieniu (15-20%) wsadu nominalnego bez narażenia surowca na porozrywanie mięśni**.

Na rys. 6g zobrazowano konstrukcję bębna rusztowo-prętowego. W wyniku tego bęben posiada formę perforowaną. Indywidualne działanie każdego z prętów tworzących bęben

powoduje łagodne oddziaływanie z dużą częstotliwością. Perforacja skutkuje ociekaniem powierzchniowym solanki, natomiast oddziaływanie prętów dużą aktywacją białka na powierzchni materiału. W efekcie tego złożonego oddziaływania solanka nie wypływa z wnętrza materiału. Zapobiega to występowaniu wycieków w następnych etapach przetwarzania a także przedłuża trwałość gotowego wyrobu. Konstrukcja znajduje zastosowanie do produktów nastrzykiwanych, marynowanych i solonych na sucho wymagających delikatnej obróbki.



Rys. 6. Przykłady konstrukcji wyposażenia wnętrza bębnów obrotowych.

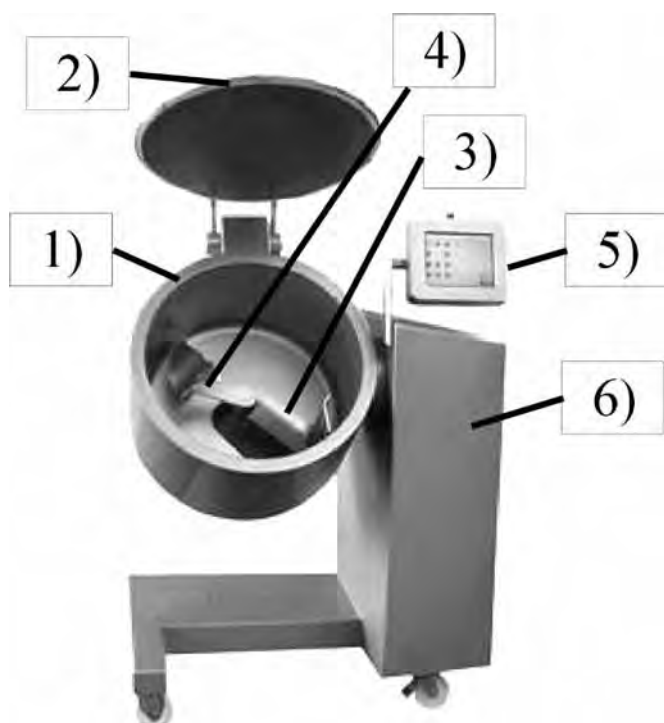
Oprócz masownic o działaniu okresowym stosowane są także w przemyśle mięsnym masownice o działaniu ciągłym. Przykładową konstrukcją przedstawiono na rys. 7. Zbudowana jest z długiego cylindra o skośnie ustawionej osi, zakończonego z dwóch stron śluzami: załadowniczą i rozładowniczą. Śluzy umożliwiają ciągle napełnianie i rozładunek w warunkach zachowania stałej próżni. Wewnątrz bęben posiada spiralną wstęgę wymuszającą mieszanie i poosiowy ruch surowca. Konstrukcje tego typu stosowane są najczęściej w bardzo dużych zakładach mięsnych o dużych wydajnościach – do łagodnego masowania wszystkich rodzajów produktów, także całych nastrzykniętych tuszek kurcząt.



Rys. 7. Widok masownicy bębnowej o działaniu ciągłym.

## MASOWNICE MIESZADŁOWE

Na rys. 8 przedstawiono widok standardowej masownicy mieszadłowej z uchylnym bębniem o pojemności około 200 litrów. Cylindryczny bęben z płaskim dnem zamocowany jest wahliwie na wale łożyskowym w korpusie obudowy. Otwór załadowczo-rozładowczy o dużej średnicy jest hermetycznie zamykany przez uchylną pokrywę. Oś bębna masownicy może zmieniać swe położenie odchylając się od pionu o kąt  $10^\circ$  w jedną stronę (pozycja załadunku i pracy) i  $110^\circ$  w drugą stronę dla wyładunku półproduktu oraz pracować w różnych pośrednich pozycjach ustawienia bębna. Mieszadło o dwóch ramionach zamontowane jest do wału napędowego za pomocą łatwo rozłącznego mechanizmu bagnetowego. Silnik z wałem napędowym znajduje się pod dennicą zbiornika. Stosowane są prędkości obrotowe mieszadła w zakresie od 1 do 50 obr./min. z płynną regulacją obrotów. Zespołami uzupełniającymi funkcjonalność masownicy jest instalacja podciśnienia oraz



Rys. 8. Widok masownicy mieszadłowej z uchylnym bębniem: 1) zbiornik z podwójnym płaszczem, 2) pokrywa, 3) ramię z zabierakiem, 4) ramię mieszające, 5) panel sterowniczy, 6) obudowana rama z zespołami napędowymi.

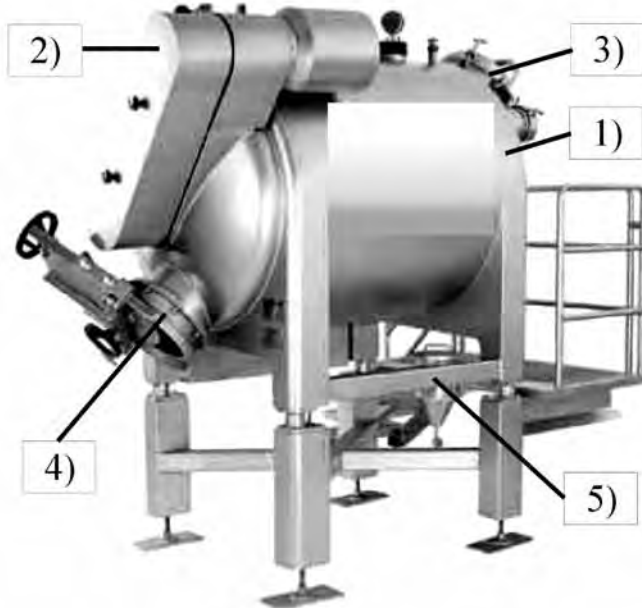
instalacja chłodząca. Bęben roboczy i pokrywa bębna są dwupłaszczyznowe, tworząc przestrzeń dla medium chłodzącego i są izolowane. Zespoły napędu, podciśnienia oraz schładzania zabudowane są osłonami. W zabudowie umiejscowiony jest również zespół zasilania elektrycznego i sterowania. Przedstawiona masownica posiada swój własny układ jezdny, który jest w czasie pracy blokowany. Dzięki takiej budowie, mobilności i łatwości rozładunku masownica może znaleźć zastosowanie w małych przetwórnictwach mięsnych, gdzie wykorzystana będzie jej mała powierzchnia produkcyjna. Typ masownicy mieszadłowej przedstawiony na rys. 8 jest maszyną o dużym zakresie uniwersalności technologicznej. Masownica może realizować następujące funkcje technologiczne: masowanie, mieszanie, marynowanie, solenie, podgrzewanie, napowietrzanie z jonizacją. Tego typu mieszadło-masownice znajdują zastosowanie do produkcji następujących produktów: szynka surowa, szynka gotowana, kebab, mięso wieprzowe z kością i bez kości, boczek, karkówka, szynka wołowa, mięso na farsz, szynka z indyka, szynka z jagnięcia, mięso drobno rozdrobnione, mięso grubo rozdrobnione, kiełbasa surowa, słonina, steki marynowane, głowizna, sałatki i owoce morza.

Odmianą masownicy mieszadłowej z uchylnym bębniem jest konstrukcja przedstawiona na rys. 9. Zbiornik masownicy w postaci cylindra o osi poziomej mocowany jest na dwóch teleskopowych wspornikach i można go obracać wokół osi poziomej. W ten sposób otwór załadowczy może być kierowany do dołu, w fazie wyładunku, co uwidoczniło na fotografii – (rys. 9) lub do góry w fazie załadunku masownicy. Otwór załadowczo-rozładowczy jest hermetycznie zamykany przez uszczelnioną odsuwaną pokrywę widoczną na rysunku. W trakcie rozładunku zbiornik unoszony jest na słupach teleskopowych co umożliwia podjazd zbiornikiem farszu pod bęben masownicy i opróżnienie (rys. 9). W czasie załadunku i pracy bęben jest opuszczany. Pojemność masownicy wynosi około 3000 litrów.



Rys. 9. Widok masownicy mieszadłowej z poziomym, obrotowo-uchylnym bębniem.

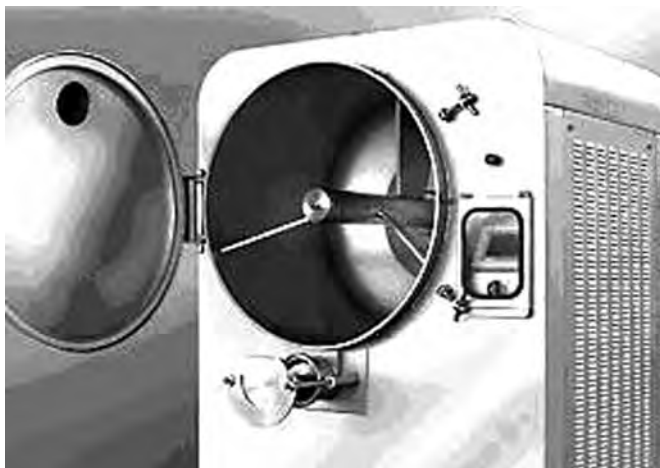
Odmianą masownicy mieszadłowej jest konstrukcja z nieruchomym zbiornikiem usytuowanym w poziomie (rys. 10).



**Rys. 10.** Widok masownicy mieszadłowej z poziomym nieruchomym bębniem: 1) zbiornik, 2) zespół napędu mieszadła, 3) pokrywa otworu załadunkowego, 4) otwór rozładunkowy, 5) rama.

Masownica zbudowana jest z izolowanego, dwupłaszczyznowego cylindrycznego zbiornika w postaci walca zakończonego wyoblonymi dennicami. Płaszcze zbiornika tworzą przestrzeń dla medium chłodzącego. Usytuowanie osi zbiornika jest poziome. Wysoko usytuowana rama, na której spoczywa zbiornik, umożliwia łatwe mycie i czyszczenie powierzchni pod maszyną. Ten typ masownicy występuje ze zbiornikami o dużych pojemnościach w zakresie od 1000 do 16000 litrów.

Odmianą masownicy mieszadłowej z nieruchomym zbiornikiem usytuowanym w poziomie, jest masownica o pojemności 750-1500 litrów (rys. 11).



**Rys. 11.** Widok masownicy mieszadłowej z poziomym nieruchomym bębniem.

Składa się ona z nieruchomego poziomego zbiornika z wypukłą dennicą od tyłu i pokrywą o dużej średnicy od przodu. Całość jest obudowana osłonami i ma budowę kompaktową. Załadunek następuje za pomocą podciśnienia przez otwór w górnej części pokrywy. Rozładunek przez otwór w dolnej strefie płaszcza połączony ze ślimakowym przenośnikiem usytuowanym poniżej bębna. Masownica zalecana jest do

produkcji szynek prasowanych wytwarzanych z mięśni szynki grubo rozdrobnionych oraz do farszów strukturalnych. Może znaleźć zastosowanie w średnich i dużych zakładach mięsnych.

Ze względu na pojemność zbiornika wyróżnić można następujące grupy wielkościowe masownic mieszadłowych:

- małe od 80 do 300 litrów, ze zbiornikami wahlowymi – (rys. 8), które stanowią wyposażenie zakładów gastronomicznych oraz małych rzemieślniczych zakładów masarskich;
- średnie od 300 do 600 litrów, najbardziej popularne w małych i średnich przetwórnictwach mięsnych do 20 ton dobowej produkcji;
- duże od 600 do 3000 litrów (rys. 9 i 11), stosowane w dużych zakładach mięsnych do 100 ton dobowej produkcji;
- bardzo duże od 3000 do 16000 litrów z cylindrycznymi bębnami poziomymi (rys. 10), przy pomocy których produkuje się w bardzo dużych zakładach mięsnych wyroby wędliniarskie powyżej 100 ton na dobę.

Dla masownic mieszadłowych z regulowanym kątem nachylenia bębna wraz z mieszadłem producenci zalecają stopień załadunku w bardzo szerokim zakresie od 10%-65% ich pojemności.

Z kolei dla masownic mieszadłowych z bębniem nieruchomym w poziomie producenci zalecają stopień załadunku około 75%-90% ich pojemności.

### Rodzaje mieszadeł

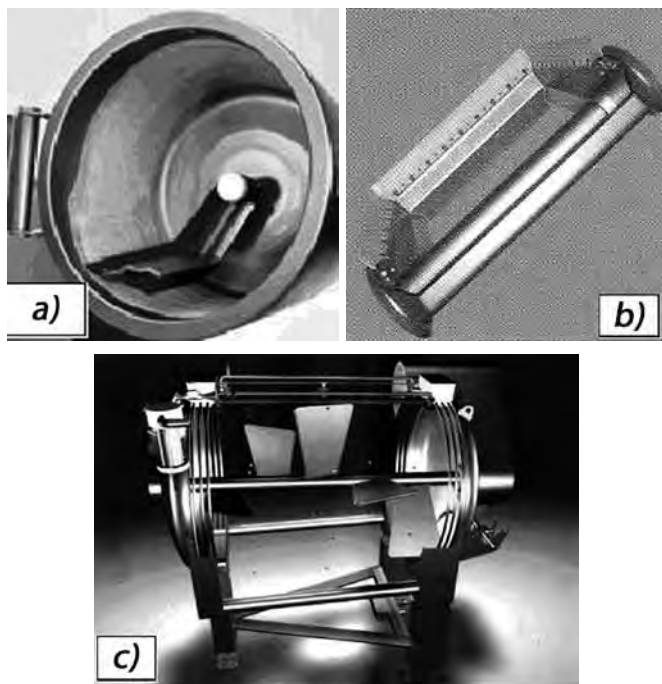
Na rys. 12 podano przykłady konstrukcji mieszadeł. Przedstawiono widok wnętrza masownicy z mieszadłem z jednym ramieniem zgarniająco-unoszącym. Składa się ono z ramienia, skośnie ustawionej płetwy zgarniającej i elastycznej nakładki z tworzywa sztucznego (zgarniacza). Skośne ustawienie płetwy powoduje unoszenie wsadu do góry a także jego mieszanie w trakcie przemieszczania się mieszadła w masie farszu. Zgarniacz ze sztucznego tworzywa jest zaciśnięty na ramieniu i płetwie mieszadła przy pomocy kołków mocujących i może być łatwo wyjęty i ponownie założony np. do mycia i dezynfekcji. Kształt zgarniacza, który elastycznie przylega do płaszcza masownicy, umożliwia mieszanie wsadu jak również zapobiega przymarzaniu farszu do ścian bębna przy intensywnym chłodzeniu. Umożliwia on również dokładne opróżnienie bębna. Tego typu mieszadło znajduje zastosowanie do masowania następujących produktów: szynki surowa, szynki gotowana, kebap, mięso wieprzowe z kością i bez kości, boczek, karkówka, szynki wołowa, szynki z indyka, szynki z jagnięcia, słonina, steki marynowane, głowizna, sałatki i owoce morza.

Na rys. 8 oprócz opisanego ramienia unosząco-zgarniającego zainstalowane jest ramię mieszadła ze skośnie skrętną płetwą perforowaną, która pełni funkcję tylko mieszającą. Do mieszania wsadów wykorzystywane są obydwa ramiona. Taka konstrukcja mieszadła, zgodnie z zaleceniami producenta, poprawnie pracuje z wypełnieniem od 10 do 65 % objętości masownicy. Jak podaje producent ok. 10 minut zajmuje przemieszczanie każdego rodzaju farszu tak, aby w rezultacie otrzymać jednorodną strukturę – o żywym wybarwieniu i bez napowietrzenia. Tego typu mieszadła znajdują zastosowanie do mieszania następujących półproduktów: mięso na farsz,

mięso drobno rozdrobnione, mięso na kielbasę surową i mięso grubo rozdrobnione.

Na rys. 12b przedstawiono odmianę mieszadła z jednym ramieniem zgarniająco-unoszącym masownicy przedstawionej na rys. 9. Mieszadło składa się z wałka mocowanego dwustronnie, dwóch ramion, płetwy zgarniająco-unoszącej i nakładki zgarniającej. Elastyczna nakładka zgarniająca mocowana jest na płetwie zgarniająco-unoszącej (współpracuje z płaszczem cylindrycznym) oraz na ramionach mieszadła (współpracują z dennicami) przy pomocy kołków mocujących i może być łatwo wyjęta i ponownie założona np. do mycia i dezynfekcji. Funkcja tego mieszadła jest podobna jak dla masownicy na rys. 12a. Mieszadło obraca się z prędkością od 3 do 32 obr/min.

Konstrukcje mieszadła masownic z nieruchomym bębnem poziomym przedstawiono na rys. 11 i 12c. W zbiorniku znajduje się poziomy wał z wieloma skośnie ustawionymi łopatkami powodujący ruch wsadu mięsnego. Różny stopień intensywności oddziaływania uzyskuje się przez zmianę prędkości obrotowej i kierunku obrotu mieszadła, konstrukcji łopatek oraz kąta ich ustawienia. Promieniście rozłożone łopatki wywołują ruch surowca w płaszczyznach obrotu łopatek oraz nieznaczny ruch w kierunku osiowym [Popko i in. 1998]. Mieszadło o łopatkach pochylonych pod niewielkim kątem do kierunku obwodowego powoduje delikatne oddziaływanie na surowiec mięsny. Usytuowanie łopatek zbliżone do kierunku osiowego (rys. 11), powoduje unoszenie materiału i intensywne mieszanie. Plastyfikację stosuje się do szynki produkowanych z mięsa czerwonego jak również z mięsa drobiowego.



**Rys. 12.** Rodzaje mieszadeł: a) mocowane jednostronnie ramię zgarniająco-unoszące, b) mocowane dwustronnie ramię zgarniająco-unoszące, c) wał z wieloma łopatkami.

## PODSUMOWANIE

- Obecne masownice są nowoczesnymi, uniwersalnymi urządzeniami do obróbki mechanicznej konserw i wędzonek stosowanymi w zakładach mięsnych, drobiarskich i rybnych. Etap masowania połączony z procesem

nastrzykiwania i solankowania jest powszechnie stosowany w technologii obróbki mięsa, drobiu, ryb oraz owoców morza.

- Masowanie daje przetwórcy następujące korzyści: wyższą wydajność, silniejsze związanie plastrów i delikatniejszą konsystencję.
- Wyróżnia się ze względu na formę oddziaływania masownice: bębnowe i mieszadłowe.
- Występuje duża różnorodność mechanizmów roboczych, pojemności, kształtów bębnow, stopni ich mobilności i wewnętrznej konstrukcji. Pokrywa to zapotrzebowanie przemysłu mięsnego zarówno na masownice bębnowe jak i mieszadłowe.
- Można dobrać urządzenie ze względu na intensywność oddziaływania na mięso: dla mięsa drobiowego, ryb i niektórych mięs czerwonych – łagodnie oddziaływujące oraz dla niektórych mięs czerwonych – agresywnie oddziaływujące. Zastosować można również oba typy oddziaływań w zależności od kierunku obrotu bębna lub doboru mieszadła.
- Na rynku urządzeń dla przetwórstwa mięsnego występuje bardzo bogata oferta masownic mięsa zarówno pod względem ilości firm prezentujących swoje urządzenia jak i wielkości oraz standardu technicznego oferowanych masownic. Daje to duże możliwości wyboru. Stwarza jednak pewne trudności z doбором do rzeczywistych potrzeb.
- Zaprezentowane w artykule dane mogą być wykorzystane przy podejmowaniu decyzji o zakupie wyżej wymienionych urządzeń.

## LITERATURA

- [1] Dolata W., Piotrowska E., Wajdzik J., Tritt-Goc J.: The use of the MRI technique in the evaluation of water distribution in tumbled porcine muscle, *Meat Science*, 2003, 3199, 1-7.
- [2] Dolata W., Piotrowska E., Wajdzik J., Chlebowska M.: Wpływ sposobu masowania w urządzeniu Lutetia na jakość szynki gotowanej, *Inżynieria Rolnicza*, 2002, Nr 9, 61-67.
- [3] Jankiewicz L.: Wędzonki parzone. Cz.2. Technologia produkcji wędlin, W-wa, PWF, 1999.
- [4] Krause R.J., Ockerman H.W., Krol B., Moermann P.C. & Plimpton R.F.: Influence of tumbling, tumbling time, trim and sodium tripolyphosphate on quality and yield of cured hams, *Journal of Food Science*, 1978, 43, 853.
- [5] Królak A.: Techniki Przetwórstwa Mięsa, Warszawa, Hortpress Sp.z o.o, 2003.
- [6] Maciejewski W.: Aparatura i urządzenia techniczne w przemyśle mięsnym, Warszawa, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1994, str.70.
- [7] Mazur J.: Informator Masarski, AR w Lublinie, 2002, str.12.
- [8] Pezacki W.: Przetwarzanie jadalnych surowców rzeźnych, Warszawa, PWN, 1984.
- [9] Pijanowski E.: Encyklopedia Techniki, Przemysł Spożywczy, Warszawa, WNT, 1978.
- [10] Popko H., Popko R., Popko A. : Podstawy konstrukcji

maszyn przemysłu spożywczego, Przemysł mięsny, Politechnika Lubelska, Wydawnictwa uczelniane, 1998.

- [11] Rust R.E. & Olson P.G.: Meat curing principles and modern practice, Kansas City, Koch Supplies, 1973.
- [12] Wajdzik J.: Wpływ wyekstrahowanych białek mięśniowych na jakość szynki gotowanych, Gospodarka mięsna, 2004, Nr 4, 28-30.
- [13] Wajdzik J.: Wpływ konstrukcji masownic i cyklu uplastyczniania na jakość szynki gotowanej, Inżynieria Rolnicza, 2003, Nr 8, 37-45.
- [14] Katalogi i materiały reklamowe producentów masownic w Polsce i na świecie.
- [15] Strony internetowe producentów masownic w Polsce i na świecie.

## CONSTRUCTION-FUNCTIONAL OVERVIEW OF THE MEAT TUMBLING MACHINES

### Part I DRUM AND AGITATOR MEAT TUMBLING MACHINES

#### SUMMARY

*The paper has two parts. It refers to presentation of meat tumblers and functional analysis of the construction solutions. In part one of the paper the essence and the technological goal of tumbling process was described. The construction of drum and agitator meat tumbler was presented. The analysis of construction solutions was conducted on the basis of catalogs' and websites' overview of machine producers. In part two of the paper the systems of loading, unloading, cooling, heating, coating and controlling will be described.*

**Key words:** meat tumbler; meat plastification, curing.



Dr inż. Katarzyna SAMBORSKA  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

## SUSZENIE ROZPYŁOWE W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM®

Suszenie rozpyłowe jest techniką, która w znaczący sposób zmieniła się od czasów jej pierwszych pionierskich zastosowań w przemyśle spożywczym. W artykule scharakteryzowano podstawowe parametry warunkujące przebieg procesu i przedstawiono zagadnienia związane z suszeniem trzech grup produktów: napojów typu instant, produktów pochodzenia mikrobiologicznego oraz soków owocowych. Omówiono również aktualne i najnowsze kierunki rozwoju tego procesu.

### WPROWADZENIE

Suszenie rozpyłowe jest jedną z najważniejszych technik w przetwórstwie żywności, prowadzącą do otrzymania z wyjściowego płynnego surowca produktu końcowego w postaci proszku, w wyniku jednej ciągłej i krótkiej operacji. Proces ten polega na rozdrobnieniu cieczy do postaci mgły (kropki o średnicy 10 – 300  $\mu\text{m}$ ), która wewnątrz zamkniętej przestrzeni (komory suszarki) kontaktuje się z gorącym medium suszącym. Dzięki uzyskanej olbrzymiej powierzchni cieczy woda jest odparowywana w bardzo krótkim czasie (1 – 20 s). Przykładem produktu otrzymywanego tą metodą jest mleko w proszku, lecz gama produktów jest bardzo szeroka, od napojów instant, poprzez dodatki do żywności, jak np. aromaty i barwniki, aż do utrwalanych tą metodą mikroorganizmów i produktów biosyntezy (drożdże, enzymy).

Rozwój metody suszenia rozpyłowego rozpoczął się w latach siedemdziesiątych XIX w. Ze względu na niedoskonałości pierwszych urządzeń w początkowym okresie proces ten nie był praktycznie wykorzystywany w przemyśle. Zastosowanie suszenia rozpyłowego na szeroką skalę w przemyśle spożywczym rozpoczęło się w drugiej dekadzie XX wieku. Pierwszym produktem wytwarzanym masowo tą metodą było mleko w proszku. W ciągu kilkudziesięciu kolejnych lat zastosowania objęły wytwarzanie kolejnych produktów. Do szybszego rozwoju technologicznego metody przyczyniła się II wojna światowa, kiedy to ze względów logistycznych dużego znaczenia nabrało minimalizowanie kosztów transportu oraz zwiększanie trwałości produktów. W latach 1938-1944 opracowano metodę produkcji pierwszej kawy rozpuszczalnej na świecie. Obecnie suszenie rozpyłowe jest stosowane w wielu gałęziach przemysłu, od chemicznego, poprzez przemysł farmaceutyczny i biotechnologiczny aż do przetwórstwa żywności, w którym jest to najbardziej rozpowszechniony sposób suszenia żywności płynnej.

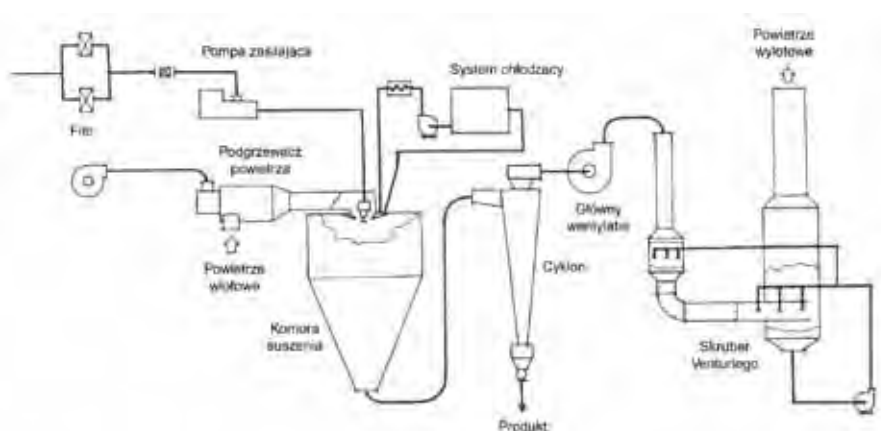
Tak wielka popularność suszenia rozpyłowego wynika z tego, że jest to:

- jedna z niewielu metod pozwalająca na uzyskanie sproszkowanego produktu z surowca w postaci płynnej, pasty, emulsji itp.;
- metoda niezwykle elastyczna, poprzez dobór odpowiednich parametrów procesu można otrzymać produkt o zadanych właściwościach (wielkość cząstek, wilgotność);

- skuteczna metoda do suszenia materiałów termolabilnych, pozwalająca, pod warunkiem doboru odpowiednich parametrów, na zachowanie aktywności biologicznej materiałów;
- metoda elastyczna pod względem wydajności – strumienie surowca mogą wynosić od kilku kg do kilku ton/h.

### ETAPY PROCESU I ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE

Podstawowymi etapami omawianego procesu są: rozpylanie, kontakt powstałych kropek z gorącym medium suszącym i odparowanie oraz oddzielenie proszku od strumienia powietrza. Przykład tradycyjnej instalacji do suszenia rozpyłowego przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1.** Schemat tradycyjnej instalacji do suszenia rozpyłowego [7].

W zależności od suszonej substancji, jak również od wymaganych cech wysuszonego proszku, proces suszenia może być modelowany poprzez zmianę temperatury suszenia oraz prędkości podawania substancji do komory suszenia. Istnieją ponadto rozwiązania techniczne, zastosowanie których umożliwi uzyskanie produktu o zadanych właściwościach. Ich zastosowanie musi być połączone z doбором odpowiednich parametrów procesu. Rozwiązania techniczne, które są związane z kolejnymi etapami procesu, to: rodzaj urządzenia rozpylającego, kształt komory suszarniczej oraz inne, jak np. tzw. „szczotka powietrzna” lub młotki, zapobiegające powstawaniu lokalnych „depozytów” proszku w komorze.

#### • Rozpylanie

Zasadniczym celem rozpylania jest wytworzenie dużej powierzchni cieczy w stosunku do jej masy, co powoduje

w momencie zetknięcia ze strumieniem gorącego powietrza intensywne i szybkie odparowanie. Efektem tej operacji jest wytworzenie drobnoziarnistego produktu końcowego. Rozpylanie jest najważniejsze w całej operacji suszenia rozpyłowego, ponieważ wpływa na wielkość uzyskiwanych kropeł, przez co warunkuje szybkość procesu suszenia oraz wielkość cząstek wysuszonego produktu. Może być ono realizowane za pomocą trzech podstawowych rodzajów urządzeń: rozpylaczy odśrodkowych, mechanicznych (ciśnieniowych) oraz pneumatycznych (dwustrumieniowych). Dobór właściwego rozpylacza do konkretnego materiału powinien być przeprowadzony na podstawie właściwości suszonego materiału oraz oczekiwanych właściwości produktu, gdyż każdy z wymienionych rodzajów rozpylaczy ma swoje charakterystyczne parametry działania oraz ograniczenia. *Rozpylacze odśrodkowe* mogą być stosowane do różnego rodzaju roztworów, zawiesin i emulsji. Możliwe jest rozpylanie różnego rodzaju materiałów za pomocą tego samego urządzenia. Wielkość uzyskiwanych suchych cząstek wynosi przeciętnie od 50 do 150  $\mu\text{m}$  i może być regulowana poprzez zmianę ilości materiału doprowadzanego do wirującego dysku, zmianę szybkości obrotowej lub kształtu dysku. Otrzymywane krople i w konsekwencji proszek, charakteryzują się dużą jednorodnością. Jest to korzystne, ponieważ czas suszenia większości cząstek jest podobny i nie dochodzi do termicznej degradacji materiału. Jednakże otrzymany proszek ma niską gęstość nasypową, co wpływa na podwyższenie kosztów pakowania i transportu. *Rozpylacze mechaniczne* są mniej uniwersalne od odśrodkowych, lecz prostsze w konstrukcji i obsłudze, co wpływa na dość powszechne zastosowanie w suszarkach przemysłowych. Suszony materiał musi być jednorodny i bez zanieczyszczeń, ze względu na możliwość zapychania dyszy. Cząstki uzyskiwane po suszeniu w przypadku rozpylania tego rodzaju urządzeniami mają średnice do 300  $\mu\text{m}$  i są stosunkowo jednorodne. *Rozpylacze pneumatyczne* mogą być stosowane w przypadku roztworów o dowolnej lepkości, past, emulsji, drobnych zawiesin i materiałów niejednorodnych. Rozpylenie wiąże się z wysokim zapotrzebowaniem na energię, jest najmniej jednorodne ze wszystkich systemów rozpylających a otrzymywane cząstki mają najmniejsze wymiary [7, 26].

- **Odparowanie**

Kształt komory suszarki w dużym stopniu zależy od zastosowanego urządzenia rozpylającego. Przy zastosowaniu rozpylaczy odśrodkowych komora suszarnicza musi mieć dużą średnicę, ze względu na duży kąt rozpylenia cieczy wynoszący do 180°. Mgła kropeł porusza się w początkowej fazie poziomo w kierunku ścian komory. Strumień rozpylonej cieczy wytworzony przez dysze ciśnieniowe i pneumatyczne porusza się w komorze już od momentu rozpylenia pionowo, kąt rozpylenia wynosi od 40 do 140°. W tym przypadku średnica komory może być zmniejszona, ważna natomiast pozostaje jej wysokość, która musi gwarantować odpowiednio długi czas przebywania cząstek w strefie suszenia [7].

W zależności od wzajemnego ruchu strumieni powietrza i rozpylonego materiału w komorze wyróżnia się suszarki współprądowe, przeciwprądowe i z przepływem mieszanym. W praktyce przemysłowej najczęściej stosowane są suszarki pracujące przy współprądowym kierunku produktu i powietrza. W takim przypadku uzyskuje się szybkie odparowanie, a więc skraca się czas kontaktu materiału z podwyższoną temperaturą. Przyjmuje się, że w przypadku przepływu współprą-

dowego temperatura suchego produktu może osiągnąć najwyższą temperaturę powietrza wylotowego, dlatego też ten system jest najczęściej stosowany do suszenia produktów spożywczych wrażliwych na działanie podwyższonej temperatury [26].

## CHARAKTERYSTYCZNE CECHY I PARAMETRY PROCESU

Bardzo istotnym zjawiskiem obserwowanym w czasie suszenia rozpyłowego, wpływającym na możliwość zastosowania tej operacji do suszenia materiałów termolabilnych, jest tzw. „*efekt chłodzący odparowania*”. Prawie całe ciepło dostarczone do komory suszenia ze strumieniem gazu suszącego jest zużywane na proces odparowania. Z suszonych cząstek w bardzo krótkim czasie pobierane jest ciepło przemiany fazowej parującej wody. W rezultacie, pomimo wysokiej temperatury powietrza wprowadzanego do komory suszarki, temperatura materiału suszonego jest względnie niska. Przyjmuje się, że temperatura powierzchni suszonych cząstek osiąga, co najwyżej, temperaturę mokrego powietrza wylotowego. Ta właściwość suszenia rozpyłowego, w połączeniu z bardzo krótkim czasem odparowania wynikającym z bardzo dużej powierzchni wymiany ciepła i masy, sprawia, że metoda może być stosowana do suszenia materiałów o niskiej odporności na podwyższoną temperaturę, jak np. kultury starterowe bakterii czy enzymy [2, 4, 25, 28].

Końcowy materiał o wysokiej aktywności można otrzymać tylko przy starannym doborze odpowiednich warunków suszenia do każdego materiału. Najistotniejszymi *parametrami* są temperatura powietrza wylotowego oraz różnica temperatury pomiędzy powietrzem wlotowym a wylotowym [3, 25], a także wielkość kropeł rozpylonego materiału w czasie suszenia. Wielkość ta jest wynikiem zastosowanego strumienia surowca przy wlocie do dysku rozpylającego (lub dyszy) lub prędkości obrotowej dysku oraz ciśnienia. Wzrost szybkości obrotowej tarczy, ciśnienia w dyszach lub stosunku ilości powietrza do materiału w dyszach pneumatycznych powoduje zmniejszenie średnicy powstających kropeł. Taki sam efekt wywołuje zmniejszenie ilości podawanego surowca. Wielkość kropeł warunkuje całkowitą wielkość powierzchni odparowania, czas suszenia cząstek, ilość ciepła zużytego na odparowanie, a przez to temperaturę powietrza wylotowego.

## PRODUKTY SUSZONE ROZPYŁOWO – NAJNOWSZE OSIĄGNIĘCIA

- **Mleko w proszku, napoje instant**

Obecnie większość napojów w proszku (w tym mleka) produkowanych metodą suszenia rozpyłowego, ze względu na wymagania konsumentów aby były one łatwo rozpuszczalne, musi posiadać cechy produktu typu „instant”. Produkty o tych cechach są jednocześnie łatwo zwilżalne i rozpuszczalne. Proszki otrzymywane tradycyjną metodą jednostopniowego suszenia rozpyłowego w większości przypadków nie mają tych pożądaných cech. Pojedyncze cząstki mają bardzo małe rozmiary, są trudno zwilżalne i tworzą złożo o dużej gęstości nasypowej. Wytworzenie proszku o cechach instant wymaga stosowania *aglomeracji*, czyli wytworzenia granulek o większych wymiarach poprzez połączenie cząstek materiału w większą strukturę porowatą. Według Graham [10] oraz Verdurmen i wsp. [29] proces aglomeracji w czasie suszenia

rozpyłowego można podzielić na tzw. aglomerację pierwotną i wtórną. Aglomeracja pierwotna jest wywołana zderzeniami cząstek w obrębie strugi rozpylonej cieczy lub w obrębie dwóch strug pochodzących z dwóch rozpylaczy znajdujących się w tej samej komorze. Aglomeracja wtórna jest wywołana zderzeniami cząstek znajdujących się w strudze rozpylonej cieczy z wysuszonymi drobnymi pylistymi cząstkami kierowanymi ponownie do komory suszarki, do strefy rozpylania. Operacja ta (aglomeracja wtórna) może być realizowana w suszarkach dwustopniowych, gdzie drugi stopień stanowi suszarka fluidyzacyjna lub wirbofluidyzacyjna, z której drobne cząstki są kierowane ponownie do komory suszarki rozpyłowej a cząstki zaglomerowane dosuszane, chłodzone i odbierane jako produkt końcowy. Właściwości aglomeratów otrzymywanych poprzez aglomerację wtórną zależą od odległości między rozpylaczem a miejscem, w którym wprowadzane są drobne wysuszone cząstki. W przypadku małej odległości cząstki są całkowicie pokrywane warstwą wysuszonego materiału. Otrzymane cząstki mają bardzo wysoką stabilność mechaniczną, lecz słabe właściwości instant. Jeżeli odległość między rozpylaczem a miejscem wprowadzania wysuszonych cząstek jest zbyt duża, otrzymywane cząstki są niestabilne mechanicznie, podatne na ścieranie, co pogarsza dobre początkowo właściwości instant. W praktyce konieczne jest znalezienie kompromisu pomiędzy dwoma opisanymi skrajnymi przypadkami.

#### • *Aromaty, barwniki i inne dodatki do żywności*

Suszenie rozpyłowe znalazło również zastosowanie przy produkcji dodatków do żywności, takich jak aromaty, barwniki i inne. Ponieważ większość z tych materiałów pochodzenia roślinnego są to substancje o charakterze lipidowym, więc metoda suszenia rozpyłowego tych materiałów nie jest typowym suszeniem, lecz opiera się na zasadzie **mikrokapsułkowania**. Głównym celem tej operacji jest zwiększenie trwałości wrażliwych na działanie tlenu, światła i wilgoci składników, poprzez oddzielenie ich od wpływu niekorzystnych czynników zewnętrznych. Oddzielenie to odbywa się poprzez utworzenie mikrokapsulek, czyli zamknięcie niewielkich ilości substancji w otoczce utworzonej z substancji nazywanej osłoną, powłoką lub po prostu kapsułką. Termin mikrokapsułki dotyczy kapsulek o średnicy od kilku mikrometrów do kilku milimetrów [12]. Dodatkową korzyścią mikrokapsułkowania, oprócz tak oczywistych jak zwiększenie trwałości oraz otrzymanie wygodnego w dalszym obrocie proszku, jest możliwość kontrolowanego uwalniania zamkniętej substancji. Jest to szczególnie istotne wobec znaczącego wzrostu wymagań przemysłu spożywczego odnośnie bardziej innowacyjnych, kontrolowanych metod uwalniania aromatów.

Mikrokapsułkowanie metodą rozpyłową polega na wytworzeniu otoczki wokół rdzenia poprzez odparowanie rozpuszczalnika z roztworu tworzącego ściankę otoczki. Do komory suszarki doprowadza się wcześniej wytworzoną emulsję kapsułkowanej substancji w odpowiednio dobranym nośniku. W wyniku kontaktu rozpylonej emulsji z gorącym czynnikiem suszącym następuje odparowanie rozpuszczalnika z powierzchni ścianek kapsułki i zestalanie się powłoki [12].

Jako nośniki do mikrokapsułkowania aromatów stosowane są przede wszystkim węglowodany, tj. skrobia i jej pochodne, np. maltodekstryny, cyklodekstryny. W ostatnich latach popularne stają się też substancje białkowe, np. białka mleka lub

soi. Często stosowane są również mieszaniny wymienionych składników w proporcjach odpowiednich do kapsułkowanej substancji [1].

Turchiuli i wsp [27] poddali mikrokapsułkowaniu rozpyłowemu olej słonecznikowy w mieszaninie gumy akacjowej i maltodekstryny o zawartości suchej substancji od 30 do 50%. Dodatek oleju wynosił 5%. Zastosowano rozpylacz odśrodkowy oraz różne kombinacje parametrów: temperatury wlotowej (200 i 220°C), wylotowej (100-130°C), strumienia surowca (od 22 do 68 ml/min). Celem pracy było otrzymanie stabilnego sypkiego proszku o niskiej zawartości i aktywności wody, o możliwie największych cząstkach o regularnych kształtach. Aktywność wody w otrzymanych proszkach wynosiła około 0,2, niezależnie od zastosowanych parametrów, wskazując na wysoką stabilność mikrobiologiczną podczas przechowywania. Zawartość wody w proszkach zwiększała się wraz ze zwiększaniem strumienia surowca i była silnie skorelowana z temperaturą powietrza wylotowego. Zwiększenie zawartości suchej substancji w emulsji poddawanej suszeniu powodowało zwiększenie średniej średnicy cząstek proszku. Cząstki o regularnym sferycznym kształcie otrzymano tylko po zastosowaniu emulsji o zawartości suchej substancji poniżej 40%. Ostatecznie, jako optymalne warunki mikrokapsułkowania oleju słonecznikowego w mieszaninie gumy akacjowej i maltodekstryny wybrano następujące wartości: zawartość suchej substancji w emulsji 40%, stosunek wagowy maltodekstryny i gumy akacjowej 3/2, strumień surowca 68 ml/min, temperatura powietrza wlotowego 220°C a wylotowego 100°C. Zaledwie 65% początkowej suchej substancji odzyskano w postaci proszku. Reszta pozostała w suszarce w postaci lokalnych depozytów na ścianach komory, co autorzy tłumaczą prawdopodobnym zbyt dużym promieniem rozpylania, lub też zbyt małą w stosunku do niego średnicą komory. Proszek otrzymany po suszeniu rozpyłowym miał złe właściwości rekonstrykcyjne, których poprawa była przeprowadzona za pomocą aglomeracji metodą fluidyzacyjną. W rezultacie zwiększono wielkość cząstek z około 30 do około 200 µm, co wpłynęło na poprawę zwilżalności proszku. Straty oleju w trakcie mikrokapsułkowania wynosiły około 6%, a 2% oleju pozostało niezakapsułkowane na powierzchni cząstek. Wewnętrzna porowatość cząstek była bardzo niska. Jest to szczególnie istotne ze względu na nieobecność w środku powietrza mogącego powodować utlenianie oleju. Stwierdzono znaczne zmniejszenie utleniania oleju zakapsułkowanego, w porównaniu z nie poddanym tej operacji.

Janiszewska i Witrowa-Rajchert [11] mikrokapsułkowały rozpyłowo olejek rozmarynowy w maltodekstrynie. Suszenie emulsji o zawartości suchej substancji 25 i 30% prowadzono przy różnych strumieniach surowca w temperaturze 200°C. Efektywność zamknięcia aromatu oceniano poprzez porównanie zawartości związków aromatycznych w olejku, otrzymanym proszku oraz emulsji powstałej po odtworzeniu z proszku. Najlepsze zamknięcie aromatu uzyskano przy 30% stężeniu emulsji i strumieniu surowca 64,2 cm<sup>3</sup>/min.

Szereg innych autorów z sukcesem poddawało mikrokapsułkowaniu rozpyłowemu olejki aromatyczne (handlowe lub samodzielnie wyekstrahowane). Krishnan i wsp. [14] mikrokapsułkowali oleorezynę kardamonu w gumie arabskiej, maltodekstrynie i skrobi modyfikowanej. Korus i wsp. [13] – menton w natywnej i modyfikowanej skrobi lędźwianu siewnego. Finney i wsp. [8] – olejek pomarańczowy w skrobi

modyfikowanej. Liu i wsp. [15] – aromat pieczarki dwuzarodnikowej w mieszaninie hydrolizatu białek sojowych, gumy arabskiej i dekstryny.

Inni autorzy zajmowali się mikrokapsułkowaniem rozpylowym barwników roślinnych oraz materiałów stosowanych jako substancje dodatkowe w technologii żywności. Shu i wsp. [23] zamykali metodą rozpyłową likopen ekstrahowany z pomidorów w kapsułkach z mieszaniny żelatyny i sacharozy. Efektywność mikrokapsułkowania, określana jako stosunek ilości początkowej likopenu do ilości zatrzymanej w kapsułkach, wahała się w granicach od 12,1 do 81,6% i zależała od: stosunku ilości żelatyny do sacharozy do (wartość optymalna 3/7), stosunku ilości likopenu do nośnika (1/4), temperatury surowca (55°C) i temperatury powietrza wlotowego (190°C).

#### • **Produkty pochodzenia mikrobiologicznego**

Materiały biologicznie czynne pochodzenia mikrobiologicznego, w tym enzymy, kultury starterowe czy aktywne peptydy, są materiałami, które odgrywają znaczącą rolę w nowoczesnej technologii żywności. Nowoczesny produkt spożywczy powinien spełniać wysokie wymagania jakościowe stawiane przez konsumentów a więc charakteryzować się pożądanymi cechami. Jednocześnie stosowane metody obróbki powinny być jak najbardziej ekologiczne i przyjazne środowisku. Należą do nich te z zastosowaniem materiałów biologicznych, np. enzymów pochodzenia mikrobiologicznego, zamiast tradycyjnych katalizatorów chemicznych.

Zastosowanie materiałów biologicznie czynnych pozwala nie tylko w znacznym stopniu przyspieszać zachodzenie pożądaných przemian w surowcach, lecz także dzięki wysokiej specyficzności działania umożliwia dokładną kontrolę procesu czy nawet kreowanie nowych, nieznaných dotąd produktów. Wśród wielu preparatów dostępnych na rynku na uwagę zasługują te w formie stałej sproszkowanej. Charakteryzują się one znacznie wyższą trwałością niż preparaty płynne, a często też wyższą aktywnością jednostkową. Dostęp do tego rodzaju preparatów nie jest jeszcze powszechny, a to ze względu na trudności, jakie napotyka się w czasie ich produkcji. Najistotniejszym etapem produkcji preparatów stałych jest proces suszenia, który w przypadku zastosowania nieodpowiedniej metody i niewłaściwych parametrów procesu może doprowadzić do obniżenia lub całkowitego zniszczenia aktywności biologicznej suszonego enzymu.

Metoda rozpyłowa znalazła się wśród metod, które mogą być z sukcesem stosowane do suszenia preparatów z materiałów biologicznie czynnych, a w szczególności enzymów. Istotne znaczenie w przypadku suszenia tego typu materiałów ma występujący w czasie suszenia rozpyłowego „chłodzący efekt odparowania”, wspomniany we wcześniejszej części artykułu.

Inaktywacja enzymów w czasie suszenia rozpyłowego zależy głównie od czynników wpływających na temperaturę powietrza wylotowego, która powinna być utrzymywana na odpowiednio niskim poziomie. Zwiększanie temperatury powietrza wlotowego oraz zmniejszanie strumienia surowca podawanego do dysku rozpylającego powodują wzrost temperatury powietrza wylotowego, a zatem i wzrost degradacji suszonego enzymu [25].

Istotnym parametrem, wpływającym na degradację w czasie suszenia rozpyłowego, jest wielkość kropeł rozpylonego materiału w czasie suszenia. Jest ona wynikiem zastosowanego

strumienia surowca przy wlocie do dysku rozpylającego (lub dyszy) lub prędkości obrotowej dysku, oraz warunkuje całkowitą wielkość powierzchni odparowania, czas suszenia cząstek, ilość ciepła zużytego na odparowanie, a przez to temperaturę powietrza wylotowego. Według Fu i wsp. [9] inaktywacja enzymów w czasie suszenia rozpyłowego może być zredukowana poprzez zmniejszanie rozmiaru rozpylanych kropeł oraz obniżanie temperatury powietrza wylotowego. Meerdink i van't Riet [17, 18], porównując dane dotyczące kinetyki inaktywacji  $\alpha$ -amylazy przy różnej zawartości wody z inaktywacją w czasie suszenia rozpyłowego, stwierdzili, że ta metoda dehydracji jest korzystna do suszenia tego enzymu. Wynika to z właściwości  $\alpha$ -amylazy, która charakteryzuje się rosnącą odpornością na podwyższoną temperaturę wraz z obniżaniem zawartości wody. Suszenie metodą rozpyłową pozwala na otrzymanie aktywnego preparatu enzymatycznego, ponieważ w czasie szybkiego odparowania osiąga się szybkie przejście przez zakres zawartości wody, w którym  $\alpha$ -amylaza ma niższą termostabilność. Szczegółowe badania nad wpływem omawianej metody suszenia na degradację  $\alpha$ -amylazy przeprowadzono w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW w Warszawie. Wybrany do badań enzymem była  $\alpha$ -amylaza z *Aspergillus oryzae* – jedna z najczęściej stosowanych w przetwórstwie żywności, dotychczas niedostępna na rynku w formie preparatu sproszkowanego. Dokonano szerokiej analizy wpływu parametrów procesu suszenia rozpyłowego na aktywność końcową enzymu. W wyniku analizy zaproponowano tę metodę jako korzystną do produkcji sproszkowanego preparatu ww. enzymu. Stwierdzono, że głównym czynnikiem wpływającym na końcową aktywność  $\alpha$ -amylazy po suszeniu rozpyłowym jest zawartość wody w suszu. Zaproponowano termin „optymalnej zawartości wody” w preparacie enzymatycznym, znajdującej się w przedziale 0,07 – 0,09 g H<sub>2</sub>O/g s.s., i pozwalającej na zachowanie maksymalnie możliwej aktywności enzymu. Ponadto, podane zostały optymalne parametry procesu pozwalające uzyskać jak najwyższą aktywność (temperatura powietrza wylotowego na poziomie 70-80°C [20, 21, 22].

#### • **Soki owocowe**

Suszenie soków owocowych jest alternatywną metodą ich utrwalania, dającą nowe możliwości zastosowań tych produktów. Produkty o dużej zawartości cukrów, a w szczególności soki owocowe, są jedną z grup materiałów, które mimo ciągłego postępu wciąż sprawiają kłopoty w czasie suszenia rozpyłowego. Problemy te wynikają ze składu chemicznego soków, a więc wysokiej zawartości cukrów prostych i kwasów organicznych. Substancje te charakteryzują się niską temperaturą przemiany szklistej  $T_g$ . Sprawia to, że w czasie suszenia soki pozostają w formie syropu lub lepkich cząstek przyklepiających się do ścian komory. Głównym sposobem na uniknięcie tego niekorzystnego zjawiska, uniemożliwiającego wysuszenie soków jest zastosowanie dodatku substancji podwyższających  $T_g$  (tzw. nośników), takich jak skrobia, maltodekstryna, guma arabska. Jednakże, wiąże się to z wprowadzaniem do naturalnego produktu substancji trzeciej, więc po odtworzeniu soku nie można go już w takim wypadku nazwać „naturalnym” lub „100 procentowym”.

Chegini i Ghobadian [6] poddali suszeniu rozpyłowemu zagęszczony sok pomarańczowy o zawartości cukrów 45 g/100 ml z dodatkiem maltodekstryny i metylocelulozy. Badano

wpływ temperatury powietrza wlotowego i szybkości obrotowej rozpylacza na właściwości otrzymanego proszku. Otrzymane zależności były typowe dla procesu suszenia rozpyłowego innych materiałów. Zwiększanie wartości obu zmienianych parametrów wpływało na zmniejszenie zawartości wody w proszkach i wydłużenie średniego czasu zwilżania. Wielkość cząstek otrzymanego proszku wzrastała wraz ze wzrostem temperatury, i zmniejszała się wraz ze wzrostem szybkości obrotowej rozpylacza. Cano-Chauca [5] przeprowadzili suszenie soku z mango w temperaturze powietrza wlotowego i wylotowego odpowiednio 110 i 77°C, z dodatkiem maltodekstryny, gumy arabskiej i skrobi. Zastosowano również dodatek krystalicznej celulozy (3, 6, 9%) jako substancji inicjującej krystalizację i zmniejszającej podatność na zlepianie powstających cząstek. Jedynie w przypadku suszenia z dodatkiem maltodekstryny stwierdzono pozytywny wpływ dodatku celulozy na zmniejszanie lepkości cząstek, bardziej uwidaczniający się wraz ze wzrostem stężenia celulozy. Jednocześnie, wzrost stężenia celulozy powodował obniżanie rozpuszczalności proszków.

Papadakis i wsp. [19] prowadzili badania nad suszeniem koncentratu soku z rodzynek, który zaproponowali jako naturalną substancję słodzącą (około 70% zawartości cukrów prostych), barwiącą (na kolor karmelowy), a także jako składnik żywności funkcjonalnej (ze względu na dużą zawartość mikroelementów). Jako nośnik zastosowano maltodekstrynę o różnym stopniu scukrzenia (DE 6, 12, 21). W wyniku przeprowadzonych eksperymentów określono, że maksymalny stosunek ilości koncentratu do dodanej maltodekstryny (DE 6), umożliwiający otrzymanie stabilnego proszku, wynosi 67/33. Temperatura powietrza wlotowego i wylotowego wynosiła odpowiednio 110 i 77°C, a zawartość suchej substancji w roztworze wyjściowym 40%. Właściwości fizyczne proszków autorzy określili jako satysfakcjonujące, z wyjątkiem higroskopijności.

## SUSZENIE DWUSTOPNIOWE

Przyczyny wprowadzania suszarek rozpyłowych dwustopniowych są różne. Jedną z nich jest fakt, że usunięcie tzw. wody resztkowej z materiału w wyniku jednostopniowego suszenia w jednej komorze wymaga często zastosowania wysokiej temperatury medium suszącego, zapewniającej odpowiednią siłę napędową procesu, co w oczywisty sposób wpływa niekorzystnie na jakość proszku. Inną jest możliwość uzyskania proszku o lepszych właściwościach rekonstrycyjnych, o czym wspomniano w podrozdziale dotyczącym suszenia mleka w proszku i napojów instant. Często obie te przyczyny występują jednocześnie, w drugim stopniu następuje więc dosuszenie proszku oraz jego aglomeracja.

Zastosowanie suszenia dwustopniowego pozwala na obniżenie temperatury wylotowej powietrza z suszarki rozpyłowej z około 100 do 80°C i przynosi oszczędności energii rzędu około 20% [7]. W dwustopniowym procesie suszenia pierwszym etapem jest suszenie rozpyłowe, prowadzące do osiągnięcia zawartości wody około 10% (w przypadku suszenia mleka) zamiast 3-5%. Dalsze dosuszenie oraz chłodzenie następuje w drugim etapie procesu, prowadzonym w różnego rodzaju suszarkach fluidyzacyjnych lub wibrofluidyzacyjnych, które mogą być zintegrowane z komorą suszarki rozpyłowej lub stanowić oddzielne urządzenie.

Przykładem kompaktowej suszarni dwustopniowej z pierścieniowym złożem fluidalnym może być suszarnia CDI zaproponowana przez firmę GEA Niro A/S. Pierścieniowe złożo fluidalne zlokalizowane jest w dolnej, stożkowej części tradycyjnej komory suszarki rozpyłowej, ma kształt cylindryczny dookoła kanału powietrza wylotowego. Powietrze wprowadzane jest z dużą prędkością stycznie do ściany cylindra. W przypadku produkcji proszków aglomerowanych chłodzenie proszku następuje w wibrofluidyzatorze. Drobne cząstki porywane z powietrzem wylotowym do cyklonu są kierowane do strefy rozpylania w celu aglomeryzacji. Innym przykładem wielostopniowej suszarni do produkcji proszków aglomerowanych jest suszarnia FSD tej samej firmy, składająca się z trzech stopni suszenia. Etap pierwszy to suszenie rozpyłowe, w trakcie którego, w wyniku dużej prędkości powietrza następuje zasysanie drobnych wysuszonych cząstek do strefy rozpylania, w wyniku czego następuje aglomeracja wtórna. Drugi etap suszenia następuje w złożu fluidalnym w dolnej części komory. Powietrze poprzez górną część komory kierowane jest do cyklonu, z którego proszek zawracany jest do złoża fluidalnego. Następnym etapem suszenia jest skierowanie proszku ze złoża fluidalnego do wibrofluidyzatora, w celu ostatecznego dosuszenia i ochłodzenia. Stąd powietrze kierowane jest ponownie do cyklonu, a drobne cząstki ponownie do komory. Aglomeracja proszku w tym systemie następuje najpierw w wyniku mieszania się rozpylonej strugi z drobnymi cząstkami, a następnie jest kontynuowana poprzez stykanie się rozpylonych cząstek z proszkiem znajdującym się w złożu fluidalnym.

## INNE NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA

### • *Suszenie powietrzem o obniżonej wilgotności*

Ten sposób suszenia pozwala na zmniejszenie degradacji termolabilnych składników suszonego materiału. Polega na zastosowaniu powietrza o obniżonej temperaturze (temperatura powietrza wlotowego może wahać się od temperatury otoczenia do około 80°C) i obniżonej wilgotności. Obniżenie wilgotności powietrza przy równoczesnym obniżeniu temperatury pozwala na zachowanie dobrych warunków wymiany masy pomiędzy powietrzem a suszonym materiałem. W instalacji do tego rodzaju suszenia konieczne jest zastosowanie urządzeń osuszających powietrze wlotowe [7].

### • *Suszenie rozpyłowo-sublimacyjne*

Metoda ta jest połączeniem tradycyjnych metod: rozpyłowej i liofilizacyjnej. Polega na rozpyleniu materiału w czynniku chłodzącym, najczęściej ciekłym azocie, a następnie przeniesieniu zamrożonych kropeł do komory liofilizatora w celu sublimacji powstałego lodu. Metoda była testowana przez Maa i wsp. i Sonner [16, 24]. W obu przypadkach suszono substancje białkowe (lizozym, trypsynogen, dezoksyrybonukleazę). Otrzymane proszki charakteryzowały się lepszymi właściwościami fizycznymi niż suszone tradycyjnymi metodami (wysoka porowatość, dobre właściwości rekonstrycyjne, pojedyncze kuliste cząstki). Straty substancji białkowych były na podobnym poziomie we wszystkich trzech porównywanych metodach (rozpyłowej, sublimacyjnej i rozpyłowo-sublimacyjnej).

## PODSUMOWANIE

Suszenie rozpyłowe jest procesem, który od czasów pierwszych zastosowań w sektorze mleczarskim został zaadaptowany na potrzeby wielu innych branż przetwórstwa żywności. Jest wykorzystywany wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba przemiany surowca płynnego w sypki, stabilny przechowalniczo proszek. Metoda ta pozwala na utrwalanie materiałów termolabilnych, które w postaci płynnej charakteryzują się niską trwałością. Możliwe jest także wytwarzanie nowych, nieznanych dotąd rodzajów produktów. Suszenie rozpyłowe ze względu na swoje zalety, z pewnością będzie znajdowało wciąż nowe zastosowania, czy to w odpowiedzi na nowe potrzeby konsumentów, czy też kreując te potrzeby w wyniku współpracy technologów i konstruktorów tych urządzeń.

## LITERATURA

- [1] Adamiec J., Kalembe D.: Ocena zdolności mikroenkapsulacji olejków eterycznych podczas suszenia rozpryskowego, Proceedings of the 11th Polish Drying Symposium XI PPS, Poznań, Poland, 13-16 September 2005.
- [2] Adamiec J., Kamiński W., Markowski AS., Strumiłło C.: Drying of biotechnological products, In: Handbook of Industrial Drying (ed. AS Mujumdar), Marcel Dekker Inc., New York, vol. 2, 775-808, 1995.
- [3] Belghith H., Chaabouni SE., Gargouri CA.: Stabilisation of *Penicilium occitanis* cellulases by spray drying in presence of maltodextrin, Enzyme Microb. Technol., 28, 253-258, 2001.
- [4] Brennan JG., Spray drying, In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (eds. B Caballero, LC Trugo, PM Finglas), Academic Press Elsevier Science Ltd., Oxford, UK, 2003.
- [5] Cano-Chauca M., Stringheta PC., Ramos AM., Cal-Vidal J.: Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray-drying and its functional characterization, Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 6, 420-428, 2005.
- [6] Chegini GR., Ghobadian B.: Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder, Drying Technol., 23, 657-668, 2005.
- [7] Filkova I., Huang LX., Mujumdar AS.: Industrial spray drying systems, In: Handbook of Industrial Drying (ed. AS Mujumdar), Taylor & Francis Group, New York, 2007.
- [8] Finney J., Buffo R., Reineccius GA.: Effects of type of atomisation and processing temperatures on the physical properties and stability of spray dried flavours, J. Food Sci., 67(3), 1108-1114, 2002.
- [9] Fu WY., Suen S., Etzel MR.: Inactivation of *Lactococcus ssp. Lactis C2* and alkaline phosphatase during spray drying, Drying Technol., 13 (5-7), 1463-1476, 1995.
- [10] Graham, B.H.: Recent advances in agglomeration during spray drying, Food Australia, 49 (4), 184-185, 1997.
- [11] Janiszewska E., Witrowa-Rajchert R.: Effect of spray drying parameters on rosemary aroma microencapsulation, Przyjęto do druku w Pol. J. Food Nutr. Sci., 57, SI2,2007.
- [12] Janiszewska E., Witrowa-Rajchert R.: Mikroenkapsulowanie aromatów. Przem. Spoż., 5, 40-45, 2006.
- [13] Korus J., Gibiński M., Achremowicz B.: Zastosowanie natywnej i modyfikowanej skrobi lędźwianu siewnego (*Lathyrus Sativus L.*) do mikroenkapsulowania aromatów, Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 4(45), 74-80, 2005.
- [14] Krishnan S., Kshirsagar AC., Singhal RS.: The use of gum arabic and modified starch in the microencapsulation of a food flavoring agent, Carboh. Polym., 62, 309-315, 2005.
- [15] Liu Z., Zhou J., Zeng Y., Ouyang X.: The enhancement and encapsulation of *Agaricus bisporus* flavor, J Food Eng., 65, 391-396, 2004.
- [16] Maa YF., Nguyen PA., Sweeney T., Shire SJ., Hsu C.: Protein inhalation powders: spray drying vs spray freeze drying, Pharm. Res. 16(2), 249-254, 1999.
- [17] Meerdink G., Van't Riet K.: Inactivation of a thermostable  $\alpha$ -amylase during drying, J. Food Eng., 14, 83-102, 1991.
- [18] Meerdink G., van't Riet K.: Prediction of product quality during spray drying. Food Bioprod. Proc., 73C, 165-170, 1995.
- [19] Papadakis SE., Gardeli C., Tzia C.: Spray drying of raisin juice concentrate, Drying Technol. 24, 173-180, 2006.
- [20] Samborska K., Guiavarc'h Y., Van Loey A., Hendrickx, M.: The influence of moisture content on the thermostability of *Aspergillus oryzae*  $\alpha$ -amylase, Enzyme and Microbial Technology, 37, 167-174, 2005.
- [21] Samborska K., Witrowa-Rajchert D., Goncalves A.: Spray-drying of alpha-amylase – the effect of process variables on the enzyme inactivation, Drying Technology, 4, (23), 941-953, 2005.
- [22] Samborska K.: Wpływ procesu suszenia rozpyłowego na degradację preparatu  $\alpha$ -amylazy z *Aspergillus oryzae*, Praca doktorska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 2004.
- [23] Shu B., Yu W., Zhao Y., Liu X.: Study on microencapsulation of lycopene by spray-drying, J. Food Eng., 76, 664-669, 2006.
- [24] Sonner C.: Protein-loaded powders by spray freeze drying, PhD thesis, Dept. Phar., Friedrich-Alexander University, Germany, 2002.
- [25] Stíhl K., Claesson M., Lilliehorn P., Lindén H., Bäckström K.: The effect of process variables on the degradation and physical properties of spray dried insulin intended for inhalation, Int. J. Pharm., 233, 227-237, 2002.
- [26] Strumiłło C.: Inżynieria Chemiczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1983.
- [27] Turchiuli C., Fuchs M., Bohin M., Cuvelier ME., Ordonnaud C., Peyrat-Maillard MN., Dumoulin E.: Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration, Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 6, 29-35, 2005.
- [28] Van Arsdel WB.: Properties of water, water vapor and air. In: Food Dehydration (eds. WB Van Arsdel, MJ Copley), The Avi Publishing Company, Westport, 1963.

- [29] Verdurmen REM., Menn P., Ritzert J., Blei S., Nhumai GCS., Sorensen TS., Gunsing M., Straatsma J., Verschueren M., Sibeijn M., Schulte G., Fritsching U., Bauckhage K., Tropea C., Sommerfeld M., Watkins AP., Yule AJ., Schonfeldt H.: Simulation of agglomeration in spray drying installations: the EDECAD project, *Drying Technol.* 22(6), 1403-1461, 2004.

## SPRAY DRYING IN FOOD INDUSTRY

### SUMMARY

*Spray drying is a technique which has been significantly modified since its first applications in food industry. In this paper the basic parameters of spray drying were described, the drying of three groups of products was discussed: instant beverages, products of microbiological origin and fruit juices. Additionally, some current and the newest trends in spray drying development were also presented.*

Dr hab. inż. Krystyna KWIATKOWSKA-SIENKIEWICZ  
prof. Akademii Morskiej  
Katedra Chemii, Akademia Morska w Gdyni

## PROBLEMY ZWIĄZANE Z KONTENEROWYM TRANSPORTEM ZIARNA KAKAOWEGO®

*Ziarno kakaowe przewozi się kontenerami uniwersalnymi wyposażonymi w substancje higroskopijne lub system odwilżający. Mimo stosowania tych zabezpieczeń, na skutek kondensacji pary wodnej we wnętrzu kontenera ładunek ulega często zamoczeniu. Straty w ładunku masowym są znacznie wyższe niż przy transporcie w workach.. W celu zabezpieczenia ładunku masowego umieszcza się poniżej sufitu kontenera drugi dach z tworzywa sztucznego, na którym skrapla się para wodna..*

### WPROWADZENIE

Transport morski jest najstarszym rodzajem transportu międzynarodowego. Na przestrzeni setek lat stał się największym i najważniejszym rodzajem transportu międzykontynentalnego. W ostatnich latach większość transportu morskiego towarów nie masowych kojarzy się nam z transportem kontenerami.

Przed wprowadzeniem kontenerów ziarno kakaowe transportowano w workach jutowych statkami handlowymi z twindekiem o wysokości pomieszczeń ładunkowych odpowiadających wysokości układania worków z towarem. Ładownie tych statków, wyposażone w systemy wentylacyjne o dużej sprawności zabezpieczały przed negatywnym wpływem kondensacji pary wodnej pochodzącej z przewożonego ładunku. Ziarno kakaowe, podobnie jak kawa surowa jest bardzo higroskopijne, dlatego kondensacja pary wodnej stanowi poważny problem transportowy [1].

Wprowadzenie kontenerów do transportu ziarna kakaowego pozwala na umieszczenie 250 worków o masie około 60 kg w kontenerze 20 stopowym. Jeśli ziarno to jest transportowane w kontenerze niewentylowanym to worki umieszczone w górnych warstwach kontenera są szczególnie narażone na zamoczenie, ponieważ różnice temperatur na zewnątrz kontenera powodują kondensację pary wodnej, głównie na suficie, podobny problem pojawia się w okolicy ścian i drzwi kontenera.

### CHARAKTERYSTYKA ZIARNA KAKAOWEGO

Nazwa kakao pochodzi z języka azteckiego gdzie *cacanat* oznacza ziarno kakaowe. Wiecznie zielone drzewo kakaowca (*Theobroma cacao L.*) z rodziny *Sterculiaceae* rośnie w wilgotnych lasach tropikalnych Ameryki Południowej i Środkowej, osiągając wysokość 9m i szerokość 8m. Różowo-czerwone kwiaty kakaowca wyrastają bezpośrednio z pnia i konarów (zjawisko to nazywa się kauliflorią). Drzewo ma owoce (250x100 mm) okryte grubą łupiną o kształcie przerośniętego ogórka, w których znajduje się 20-60 ziaren kakaowych. Ziarna kakaowca występują w trzech odmianach różniących się aromatem:

- *Criollo* – najcenniejsza odmiana, stanowi 10-15% produkcji światowej (pochodzi z Ameryki Środkowej i Karaibów),
- *Forastero* – najpopularniejsza odmiana (około 80% produkcji światowej),

- *Tinitario* – uprawiana w Triniadzie, jest krzyżówką *Criollo* i *Forastero*.

Dojrzałe owoce usypuje się w przymy, które w zależności od odmiany poddawane są wstępnej fermentacji pod przykryciem w ciągu 3-8 dni. Następnie wydobywa się i myje nasiona, które poddaje się wtórnej fermentacji, później suszy, czyści i pakuje [4].

Tak przygotowane ziarno kakaowe jest przedmiotem handlu; zawiera około 8% wody, ma barwę brązową i charakterystyczny przyjemny zapach.

### TRANSPORT ZIARNA KAKAOWEGO W WORKACH

Wysokiej jakości ziarno kakaowe przewozi się kontenerami w workach na paletach tak, aby nie dotykały ścian. Między górną warstwą worków a sufitem powinna być zostawiona wolna przestrzeń kilkudziesięciu centymetrów.

Kontenery zamknięte ogólnego stosowania (uniwersalne) nie powinny być stosowane do przewozu ziarna kakaowego. W kontenerach tych nie ma możliwości regulowania warunków mikroklimatycznych, temperatura jest uzależniona od warunków zewnętrznych, temperatury ładunku i stopnia wykorzystania pojemności ładunkowej kontenera. Zmiany temperatur przy przechodzeniu statku przez różne strefy klimatyczne oraz zmiany dobowe powodują zmiany wilgotności względnej powietrza i mogą spowodować kondensację pary wodnej w kontenerze i zamoczenie ładunku.

Najlepszym sposobem transportu ziarna kakaowego jest stosowanie kontenerów – chłodni, gdzie można ustalić optymalną wilgotność i temperaturę. Koszt czarteru takiego kontenera jest stosunkowo wysoki i nie opłaca się przewóz tak taniego ładunku.

Do właściwego transportu ziarna kakaowego może być zastosowany kontener wentylowany, który pozwala na usunięcie nadmiaru wilgoci z kontenera. Optymalna krotność wymiany powietrza powinna wynosić 20-25 na godzinę. Praktyka wskazuje, że czarter tego typu kontenera jest również zbyt wysoki w stosunku do wartości przewożonego towaru.

Najczęściej do transportu ładunku ziarna kakaowego stosuje się kontenery uniwersalne wyposażone w urządzenia odwilżające, których działanie polega na sorpcji pary wodnej z otoczenia przez substancje silnie higroskopijne (np. silikażel) albo na wymuszonej kondensacji pary wodnej z powietrza



przez okresowe ochłodzenie poniżej punktu rosy. Ponadto boki i drzwi kontenera okłada się tekturą.

## STRATY ILOŚCIOWE I JAKOŚCIOWE ZWIĄZANE Z TRANSPORTEM KONTENEROWYM

Stosując do transportu ziarna kakaowego kontenery uniwersalne wyposażone w substancje higroskopijne lub urządzenia odwilżające często nie można uniknąć strat ładunkowych. Po podróży często występują w kontenerze zamoczone lub z plamami wilgoci worki zawierające ziarno kakaowe. Straty są proporcjonalne do stopnia kondensacji pary wodnej we wnętrzu kontenera. Z worków zamoczonych i zawilgoconych można usunąć część zawilgoconego ziarna jednocześnie ustalając procentowo straty z każdego worka.

W czasie dłuższych podróży morskich wzrost wilgotności powietrza w kontenerze o kilka procent w większym stopniu wzmaga proces oddychania ziarna kakaowego niż analogiczny przyrost temperatury. W wyniku oddychania następuje wydzielanie wody, dwutlenku węgla oraz ciepła, które oddziaływując na ziarno przyspieszają z kolei proces oddychania. W wyniku tych przemian wzrasta temperatura w towarze, powodując fermentację, rozwój mikroflory, zaparzenie. Z tego powodu w kontenerze spotyka się worki z gnijącym, zagrzybionym ziarnem.

Z sumy udziałów procentowych strat z pojedynczych worków wylicza się globalne straty ładunku [2].

## KONDENSACJA PARY WODNEJ W ŁADUNKU MASOWYM PRZEWOŻONYM W KONTENERZE

Do przewozu ziarna kakaowego jako ładunku masowego, w pustym kontenerze umieszcza się wielki worek następnie wysypuje się do niego ziarno kakaowe.

Tak przygotowany ładunek do transportu, przy zamoczeniu na skutek kondensacji pary wodnej podlega większym stratom niż analogiczny ładunek pakowany w worki, ponieważ z worków można łatwo usunąć zniszczone ziarno.

W przypadku ładunku masowego straty spowodowane w ziarnie kakaowym przyjmują następujące formy:

- w górnych partiach ładunku tworzy się jednolita warstwa ziarna sfermentowanego,
- niejednolita warstwa ziarna sfermentowanego pojawia się na ścianie przedniej i przy drzwiach kontenera,
- w dolnych partiach ładunku strefa sfermentowanego ładunku skupia się przy drzwiach i na czołowej ścianie kontenera.

W celu zabezpieczenia ładunku masowego przed zamoczeniem spowodowanym kondensacją pary wodnej we wnętrzu kontenera montuje się w pewnej odległości nad ładunkiem dodatkowy dach z tworzywa sztucznego. Na plastikowym dachu zbiera się skroplona woda i odprowadzana jest przy ścianach bocznych kontenera, nie powodując zamoczenia ładunku z góry. Podwójny dach nie zabezpiecza jednak ładunku przed zamoczeniem związanym z grawitacyjnym opadaniem wody, szczególnie w okolicy ścian kontenera i dolnych partii ładunku [3].

W przypadku zastosowania podwójnego dachu fermentacja zachodzi głęboko w środku z powodu samozagrzewania się ziarna i braku możliwości wydzielania na zewnątrz produktów oddychania – pary wodnej i dwutlenku węgla.

## WNIOSKI

Ziarno kakaowe powinno być transportowane w kontenerach-chłodniach, z kontrolowaną zawartością wilgoci i temperatury lub w kontenerach wentylowanych, lecz koszty wynajęcia tego typu kontenerów są zbyt wysokie w stosunku do wartości ładunku.

Obecnie najczęściej transportuje się ziarno kakaowe jako ładunek masowy w kontenerach uniwersalnych wyposażonych w substancje osuszające.

Z badań przeprowadzonych na kontenerowcach w ostatnich latach wynika, że zastosowanie dodatkowego dachu z tworzywa sztucznego w kontenerze zmniejsza straty w warstwach powierzchniowych ładunku masowego.

Podatność ziarna kakaowego do kondensacji pary wodnej zależy od początkowej zawartości wilgoci w ziarnie i warunków pogodowych w czasie ładowania kontenera.

Zmiany temperatury w czasie drogi morskiej mają duży wpływ na mikroklimat w kontenerze i kondensację pary wodnej.

## LITERATURA

- [1] Kwiatkowska-Sienkiewicz K.: *Problems of storage and containerised coffee transport*, Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Commodity Science Conference, Poznań, 2007, 885-889.
- [2] Leśmian-Kordas R., Piławski T.: *Towary pochodzenia roślinnego i zwierzęcego w transporcie morskim*, WSM, Szczecin, 1990.
- [3] Mallofre J.M., Puig J. O.: *Problems of containerised cocoa transport*, 3<sup>rd</sup> International Congress on Maritime Technological Innovations and research, Bilbao, 2002, 291-294.
- [4] Wójcik-Sobczyńska J.: *Charakterystyka mikrobiologiczna ziarna kakaowego, produktów jego przerobu oraz środowiska przetwarzania*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Szczecin, 2006.

## PROBLEMS OF CONTAINERIZED COCOA TRANSPORT

### SUMMARY

*In this paper will establish the problem of cocoa transport in non-ventilated dry box containers, in relation with damages due to water vapour condensation enclosed into the container. Cocoa transported in bulk is more complex than in case of cocoa transport by means of bags. Cocoa cargo in bulk is transported using double roof in container.*

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

## IMMOBILIZACJA KOWALENCYJNA LIPAZ®

*Lipazy stanowią bardzo ważną grupę enzymów o wszechstronnych możliwościach wykorzystania w procesach biotechnologicznych. W artykule przedstawiono problematykę immobilizacji lipaz poprzez wiązanie kowalencyjne z nośnikiem oraz sieciowanie. Scharakteryzowano różne nośniki pochodzenia organicznego i nieorganicznego oraz oceniono ich przydatność w unieruchamianiu lipaz.*

*Znajomość poruszanych w artykule zagadnień może pomóc w planowaniu eksperymentów związanych z unieruchamianiem lipaz metodami chemicznymi.*

### WPROWADZENIE

Lipazy (EC 3.1.1.3) zdefiniowano zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Unii Biochemicznej jako hydrolazy estrów glicerolowych. Pozytywne wyniki badań ostatnich dziesięciu lat dotyczące poszukiwania nowych źródeł pozyskiwania lipaz, poznania ich właściwości oraz opracowania efektywnych metod ich otrzymywania zwiększyły zainteresowanie tą grupą biokatalizatorów. Perspektywy zastosowania lipaz w procesach biotechnologicznych są szerokie ze względu na aktywność katalityczną tych enzymów, zarówno w wodzie, jak i w rozpuszczalnikach niewodnych. Enzymy lipolityczne mogą w tych środowiskach katalizować reakcje hydrolizy i syntezy estrów, amidów, estrów tiolowych i wodoronadtlenków. Dodatkowym atutem niektórych lipaz jest ich regio- i enancjoselektywność [1,2].

Główne zastosowanie przemysłowe tych enzymów dotyczy wykorzystania ich jako składników detergentów. Preparaty lipaz stosowane są ponadto w produkcji leków, związków smakowo-zapachowych, lipidów strukturyzowanych, produktów specjalnego przeznaczenia i bioemulgatorów [2].

Potencjalne możliwości lipaz nie są jednak w pełni wykorzystane i tylko niewielka część reakcji katalizowanych przez te enzymy znalazła zastosowanie w skali przemysłowej. Wynika to z wysokich kosztów otrzymania i oczyszczenia biokatalizatora, trudności w odzyskaniu enzymu z mieszaniny reakcyjnej lub/oraz drogich procedur oczyszczenia produktu z domieszek białkowych. Czynnikiem ograniczającym zastosowanie przemysłowe enzymów jest ich wrażliwość na podwyższoną temperaturę i obecność rozpuszczalników organicznych. Część z tych problemów można rozwiązać wykorzystując w procesach przemysłowych enzymy w formie immobilizowanej.

#### Metody immobilizacji

Techniki unieruchamiania białek enzymatycznych ze względu na charakter wiązania można podzielić na procedury wykorzystujące metody chemiczne, między innymi obejmujące wiązania kowalencyjne, oraz techniki opierające się na oddziaływaniach fizycznych. W celu unieruchomienia białka enzymatycznego można wybrać jedną z wielu znanych metod immobilizacji (Tab.1). Wybór techniki jest jednak niezwykle trudny, szczególnie gdy ma ona na względzie praktyczne zastosowanie preparatu immobilizowanego.

**Tabela 1.** Metody unieruchamiania enzymów

Metody immobilizacji	
chemiczne	fizyczne
wiązanie kowalencyjne z nośnikiem	wiązanie adsorpcyjne z nośnikiem
sieciowanie rozpuszczonego białka	wiązanie specyficzne z nośnikiem
sieciowanie agregatów białkowych	zamknięcie w sieci polimeru
sieciowanie kryształów białka	zamknięcie w mikro(makro)emulsjach
	kapsułkowanie
	otoczkowanie

Biorąc pod uwagę wpływ proponowanych technik na strukturę białka enzymatycznego wydaje się, że metody fizyczne nie wywierają istotnego wpływu na formę enzymu. Natomiast wiązanie kowalencyjne białka z nośnikiem może prowadzić do pewnej modyfikacji enzymu, a w przypadku techniki sieciowania może dochodzić do istotnej modyfikacji chemicznej immobilizowanego białka.

**Celem analizy zaprezentowanej w artykule jest przedstawienie problematyki immobilizacji tj. unieruchamiania białek enzymatycznych lipaz metodami chemicznymi poprzez wiązanie kowalencyjne z nośnikiem oraz sieciowanie.**

### WIĄZANIE KOWALENCYJNE LIPAZ Z NOŚNIKIEM

Wyżej wymieniona technika polega na utworzeniu wiązania kowalencyjnego pomiędzy grupami funkcyjnymi białka i nośnika. Wskazane jest, aby w procesie immobilizacji wykorzystywać takie grupy funkcyjne enzymu, które są podatne na modyfikację chemiczną i nie są zaangażowane w proces katalizy oraz nie biorą bezpośredniego udziału w stabilizacji struktury III- i IV- rzędowej. Najczęściej w wiązaniu kowalencyjnym białka uczestniczą ugrupowania tiolowe cysteiny, fenolowe tyrozyny, imidazolowe histydyny i aminowe lizyny [3].

Rozpatrując grupy funkcyjne nośników, do wytworzenia wiązania kowalencyjnego z białkiem wykorzystywać można: grupy aminowe, hydroksylowe, karboksylowe, winylosulfonowe, winyloketonowe, oksiranowe, aldehydowe, halogenkowe, tiolowe oraz imidoestrowe. Obecność grup funkcyjnych na/w nośniku wynika albo z jego składu, albo grupy te wprowadzane są na etapie syntezy. W pozostałych przypadkach nośnik musi być poddany funkcjonalizacji metodami chemicznymi lub fizycznymi. O efekcie końcowym immobilizacji decyduje ilość, jakość i rozłożenie grup funkcyjnych na/w nośniku.

### **Materiały do unieruchamiania enzymów i stawiane im wymagania**

Dobór nośnika jest jednym z istotnych czynników wpływających na jakość produktu finalnego. Cechy charakteryzujące „idealny” nośnik to: stabilność chemiczna, fizyczna, biologiczna i mechaniczna, dostępność, niska cena, łatwość regeneracji, biodegradowalność, obojętność względem substratów i produktów reakcji, obecność grup funkcyjnych umożliwiających związanie enzymu, nietoksyczność. Nie opracowano dotychczas idealnego nośnika spełniającego wszystkie wymienione warunki. Odpowiedni w danym przypadku nośnik dobiera się doświadczalnie w połączeniu z wyborem techniki immobilizacji i warunków procesowych.

Nośniki można podzielić w zależności od: formy i kształtu materiału (kulki, proszki, tabletki, filmy, włókna, kapilary itp.), jego porowatości oraz rodzaju materiału (nieorganiczny, organiczny i hybrydowy).

### **Wiązanie kowalencyjne lipaz z nośnikami organicznymi pochodzenia naturalnego**

Wiele prac badawczych poświęcono stabilizacji lipaz poprzez unieruchomienie ich na nośnikach organicznych pochodzenia naturalnego bazujących na polisacharydach [4-12]. Matryce te posiadają dużą ilość grup aktywnych chemicznie, stosunkowo dużą powierzchnię właściwą i znaczącą pojemność sorpcyjną. Mają charakter hydrofilowy, co jest często czynnikiem korzystnym, są biodegradowalne. Cechy ujemne tego typu materiałów to głównie brak odporności na krańcowe wartości pH oraz niestabilność mikrobiologiczna.

Interesującym przykładem jest immobilizacja lipaz z *Candida cylindraceae* i *Mucor miehei* na celulozie aktywowanej chlorkiem tytanu [8]. Dzięki związaniu kowalencyjnemu białka enzymatycznego z nośnikiem poprzez mostki tytanowe i sieciowaniu aldehydem glutarowym otrzymano biokatalizatory o bardzo wysokiej aktywności w porównaniu z enzymem natywnym (aktywność lipazy z *C. cylindraceae* 125% a *M. miehei* 155%). Układy te charakteryzowały się też dużą stabilnością, ponieważ ich aktywność po 7 cyklach reakcji syntezy estrów utrzymywała się nadal na wysokim poziomie (ponad 70 % dla lipazy z *M. miehei* oraz 88% dla lipazy z *C. cylindraceae*). Ze względu na potrzebę użycia lipaz do katalizy reakcji w różnych środowiskach, zarówno w systemach wodnych, jak i niewodnych, podjęto próby immobilizacji lipazy z *C. cylindraceae* na nośnikach hydrofobowych. Były to handlowe preparaty „Accurel” EP- 400 i EP-100 wykonane z polietylenu i polipropylenu. Unieruchomienie lipazy oparte na fizycznej adsorpcji dało preparaty o niższej aktywności i stabilności w porównaniu z immobilizacją chemiczną.

Popularnym materiałem wykorzystywanym do immobilizacji lipaz jest chitozan [4,7,9]. Hung i wsp. [9] opracowali nowatorską metodę unieruchomienia lipazy z *Candida rugosa* poprzez grupy aminowe nośnika (sieciowanie aldehydem glutarowym) oraz grupy hydroksylowe aktywowane karbodiimidem – czynnikiem używanym zwykle do aktywacji grup karboksylowych. Ta „podwójna” immobilizacja pozwoliła uzyskać biokatalizator o szerszym zakresie tolerancji pH, wyższej odporności temperaturowej oraz stabilności operacyjnej. Zdolność karbodiimidu do aktywacji grup –OH chitozanu potwierdzono także w innych badaniach dotyczących lipazy *Candida rugosa* immobilizowanej na suchych i wilgotnych kuleczkach chitozanu [7]. W ustalonych optymalnych

warunkach reakcji hydrolizy (substrat – palmitynian *p*-nitrofenylu) enzym unieruchomiony na zwilżonym nośniku wykazał 389% tzw. względnej aktywności specyficznej w odniesieniu do enzymu natywnego. Według autorów przyczyną wzrostu aktywności enzymu nie była zastosowana tutaj technika wiązania kowalencyjnego, ale dodatkowo wyeksponowanie podczas immobilizacji hydrofobowego obszaru lipazy otaczającego jej miejsce katalityczne. Biokatalizator ten był stabilny podczas wielokrotnego użycia oraz przechowywania (30 dni, 25°C), a nawet zaobserwowano wzrost aktywności o ok. 2%.

Do unieruchamiania lipaz stosowana jest również agaroz [6,10-12]. Zespół Moreno [11] zajmował się kowalencyjną immobilizacją oczyszczonej lipazy *Candida rugosa* (frakcja A i B) na kuleczkach agarozy (Bio-Gel) aktywowanej chlorkiem tosyłu i krzemionce aktywowanej trichlorotriazyną. Dla porównania unieruchomiono handlowo dostępną lipazę tą samą metodą i z wykorzystaniem tych samych nośników. W przypadku preparatu handlowego (nieoczyszczonego) na nośniku zachodziła niepożądana adsorpcja. Oczyszczone formy A i B lipazy nie adsorbowały się, co mogło być spowodowane usunięciem, podczas oczyszczania, cukru – głównie laktozy, a także niskocząsteczkowych peptydów. Zdaniem autorów, dodatki te mogły poprzez tworzenie wiązań wodorowych oddziaływać z grupami hydroksylowymi nośników. Uzyskane biokatalizatory nie obniżały swej aktywności przez co najmniej miesiąc przechowywania w 4°C, miały wzmocnioną odporność termiczną, a także zwiększoną enancjoselektywność w reakcji hydrolizy 2-chloropropionianu metylu.

W innej pracy, dotyczącej także lipazy *Candida rugosa* i tej samej procedury unieruchomienia enzymu, Moreno i wsp. [10] rozważali wpływ właściwości nośnika, jego charakteru hydrofilowo / hydrofobowego na aktywność systemów z lipazą. Pomimo zbliżonej ilości białka związanego z nośnikami (33 – 40%), lipaza unieruchomiona na agarozie charakteryzowała się wyższą aktywnością (70-75% aktywności enzymu natywnego) niż lipaza związana z krzemionką (40 – 50% aktywności natywnego odpowiednika). Oczyszczone frakcje A i B lipazy były mniej stabilne termicznie w porównaniu z handlowym preparatem. Przyczyną tego zjawiska, wg autorów był proces oczyszczania enzymu i usunięcie węglowodanów.

### **Immobilizacja lipaz na nośnikach z polimerów syntetycznych**

Polimery syntetyczne stanowią najliczniejszą grupę nośników stosowanych w immobilizacji lipaz [5,13-27]. Na etapie syntezy tych materiałów można regulować ich porowatość, średnicę porów, pęcznienie, a także wprowadzać grupy funkcyjne. Nośniki syntetyczne mogą posiadać różnorodne formy i kształty, są łatwo dostępne i stosunkowo tanie. Ich charakter hydrofobowy, działający niekorzystnie na strukturę III-rzędową większości enzymów [3], w przypadku lipaz może być czynnikiem korzystnym, szczególnie podczas unieruchamiania lipaz poprzez adsorpcję. Wadami polimerów syntetycznych jest brak biodegradowalności i ograniczona możliwość regeneracji.

Do immobilizacji lipazy z *Candida rugosa* zastosowano poliamid o nazwie handlowej Nylon 6 [18,24]. Badano kinetykę reakcji estryfikacji długołańcuchowych kwasów tłuszczowych alkoholami o różnej długości łańcucha węglowodorowego [24] oraz kierowanej syntezy estrów zapachowych w reaktorze okresowym i z przepływem ciągłym [18]. W obu

przypadkach uzyskano stabilne systemy z biokatalizatorem aktywnym przez długi okres czasu.

Obserwuje się systematyczny rozwój metod kowalencyjnego łączenia enzymów z polimerami odwracalnie rozpuszczalnymi – nierozpuszczalnymi w wodzie. Polimery te posiadają unikatową właściwość zmiany rozpuszczalności wywołanej niewielką zmianą warunków fizycznych jak wartości pH, temperatury, siły jonowej, pola elektrycznego czy magnetycznego albo kilku wymienionych czynników jednocześnie [3,20,23]. Spośród licznej grupy polimerów, największym zainteresowaniem w immobilizacji lipaz cieszą się polimery, których rozpuszczalność zależy od zmian wartości pH. Najczęściej stosowanym polimerem wrażliwym na zmiany wartości pH środowiska jest kopolimer kwasu metakrylowego i metylometakrylanu znany pod nazwą handlową Eudragit S-100 [23]. Proces łączenia kowalencyjnego lipazy z *Chromobacterium viscosum* z grupami karboksylowymi Eudragit S z udziałem karbodiimidu prowadzono przy pH 5,5, w którym preparat jest całkowicie rozpuszczalny w wodzie. Obniżenie wartości pH do 4,5 powodowało wytrącenie preparatu i możliwość oddzielenia nośnika z lipazą od mieszaniny reakcyjnej. W pracy Zhu i wsp. [25] przygotowano wrażliwy na zmiany pH terpolimer kwasu metakrylowego, akrylamidu i bezwodnika kwasu maleinowego. Stosowano 5 nośników różniących się udziałem wymienionych składników. Wartość krytyczna pH tych polimerów mieściła się w zakresie 2,4 do 3,9. W porównaniu z enzymem natywnym, aktywność i enancjoselektywność immobilizowanej na tych nośnikach lipazy z *Candida rugosa* (reakcja hydrolizy estru ketoprofenu) wzrosły odpowiednio 1,5 oraz 8,7-krotnie. Po 8 cyklach katalizy unieruchomiony enzym posiadał 46% aktywności w porównaniu do aktywności wyjściowej, a jego enancjoselektywność pozostała niezmienną.

Zespół Liu przedstawił innowację w zakresie unieruchamiania lipaz na nośnikach magnetycznych [20]. Materiał do kowalencyjnej immobilizacji przygotowano na drodze polimeryzacji suspensyjnej metakrylanu i diwinylobenzenu w obecności nanocząstek magnetycznych pokrytych kwasem oleinowym. Powierzchnię nośnika funkcjonalizowano poprzez aminolizę, a następnie przeprowadzono aktywację aldehydem glutarowym. Zastosowanie tego typu nośnika, poza utrzymaniem biokatalizatora w mieszaninie reakcyjnej, dało możliwość jego łatwego wydzielenia poprzez użycie zewnętrznego pola magnetycznego. Immobilizowana w ten sposób lipaza *Candida cylindraceae*, w porównaniu z enzymem natywnym, charakteryzowała się lepszą stabilnością termiczną i operacyjną – po 6 cyklach reakcji utrzymywała 75,6% wyjściowej aktywności.

Dużym zainteresowaniem cieszy się metoda wiązania kowalencyjnego lipaz z Eupergitem C – nośnikiem opartym na metakrylanie glicydyłu [19,21,27]. Do immobilizacji enzymów na tym nośniku wykorzystuje się grupy białka enzymatycznego (aminowe, sulfhydrylowe, hydroksylowe), które mogą być istotne dla akcji katalitycznej. Stąd często trudno uzyskać stabilne wiązanie i jednocześnie wysoką aktywność enzymu. Interesującą alternatywą jest sprzężenie kowalencyjne lipaz z nośnikiem przez ich części cukrowe, które nie wpływają na aktywność enzymu [15,19]. Lipazę z *Candida rugosa* unieruchomiono na nośniku aktywowanym 1,2-diaminoetanem (Eupergit C-NH<sub>2</sub>) przez reszty węglowodanowe uprzednio utlenione nadjodanem sodu [19]. Dla porównania

wykonano też immobilizację metodami konwencjonalnymi, tj. na drodze bezpośredniego wiązania enzymu do polimerów przez grupy epoksydowe nośnika i aminowe lipazy oraz aktywację Eupergitu C-NH<sub>2</sub> aldehydem glutarowym. Badanie kinetyki dezaktywacji termicznej (37, 50 i 75°C) wykazało, że zastosowane procedury immobilizacji dały zadowalającą stabilizację biokatalizatora. Porównując czas połowicznego zaniku aktywności stwierdzono, że unieruchomienie lipazy przez jej reszty cukrowe pozwoliło uzyskać formę dwukrotnie trwalszą niż metoda immobilizacji konwencjonalnej i 18 razy stabilniejszą niż enzym natywny. Najlepsza pod względem wydajności wiązania białka z nośnikiem okazała się technika unieruchamiania przez grupy epoksydowe (52,4%). System ten jednak wykazywał najniższą aktywność specyficzną (20,7% względem lipazy natywnej). Przyczyną mogło być wielopunktowe wiązanie oraz zaangażowanie grup istotnych dla katalizy i utrzymania III- rzędowej struktury enzymu. Zaobserwowano wyższą aktywność lipazy związanej z nośnikiem za pomocą długiego ramienia przestrzennego etylenodiamino/glutaraldehydowego (31% aktywności enzymu natywnego). Taki sposób unieruchomienia gwarantował lepsze umiejscowienie enzymu dla akcji katalitycznej i ochronę przed niepożądanymi oddziaływaniami dużej cząsteczki lipazy z nośnikiem. Korzyści płynące z wbudowania pomiędzy nośnik a białko enzymatyczne ramienia przestrzennego (ang. *spacer arm*) potwierdziły też inne badania [14]. Jednak metoda wykorzystująca grupy cukrowe jako łączenie chemiczne wydaje się być najefektywniejsza (aktywność 43,3% w porównaniu z enzymem nieimmobilizowanym). Zdaniem autorów wynika to z korzystnych oddziaływań cząsteczki lipazy z nośnikiem oraz nie naruszenia miejsca aktywnego.

Na bazie metakrylanu uretanowego i glicydyłu oraz hydroksyetylometakrylanu otrzymano polimer, który naniesiono w postaci cienkiego filmu na membranę z polipropylenu [22]. Uzyskano hydrofobowy nośnik o zwiększonej hydrofilowości i biokompatybilności. Na membranie tej poprzez grupy epoksydowe nośnika unieruchomiono lipazę *Candida rugosa* i dla stabilizacji enzymu sieciowano aldehydem glutarowym. W porównaniu do lipazy natywnej, biokatalizator immobilizowany miał szerszy zakres tolerancji pH, wzmocnioną stabilność termiczną i operacyjną. Po 6 cyklach reakcji estryfikacji kwasu oleinowego oktanołem w warunkach optymalnych lipaza unieruchomiona zachowała 84,1% wyjściowej aktywności, a po 10 cyklach 57,5%. Enzym natywny, po 5 godzinach syntezy (5 cykli reakcyjnych) był aktywny w 13%, natomiast po 10 cyklach ulegał dezaktywacji.

Zespół badawczy Bayramoğlu [13] określał wpływ stężenia fenyloalaniny w kopolimerze opartym na hydrofilowym 2-hydroksyetylometakrylanie na ilość i aktywność związanej lipazy. Grupy karboksylowe fenyloalaniny aktywowano karbodiimidem i łączono z grupami -NH<sub>2</sub> białka enzymatycznego. Wzrost stężenia hydrofobowego aminokwasu w nośniku prowadził do wzrostu ilości związanego enzymu, ale powodowało to obniżanie aktywności preparatu enzymatycznego. Nadmierne wysycenie porów membrany enzymem wywołało przestrzenne przeszkody w dotarciu substratu do lipazy, ograniczenie dyfuzji wielkocząsteczkowego substratu (oliwa z oliwek) lub też powstanie oddziaływań białko – białko utrudniające przemianę reagentu.

W pracach Bryjak i wsp. badano przydatność do immobilizacji lipaz nośników akrylowych o różnym stopniu

hydrofobowości, porowatości i polarności [16,17]. Część z nich modyfikowano przez aminolizę. Zaobserwowano, że w niektórych przypadkach aktywność unieruchomionej lipazy po przechowywaniu przez okres 3 miesięcy (pH 7,8; 4°C) była wyższa niż aktywność enzymu zmierzona zaraz po immobilizacji [16]. Zdaniem autorów enzym związany z nośnikiem niewielką ilością połączeń kowalencyjnych mógł podczas przechowywania przez długi okres czasu przyjąć konformację bliższą enzymowi natywnemu. Takie zjawisko zachodziło na polimerach o niskiej zawartości grup  $-NH_2$  i o wysokiej porowatości. Przesunięcia enzymu nie byłyby możliwe w przypadku zaangażowania w unieruchomienie pojedynczych cząsteczek lipazy dużej ilości grup aminowych.

### **Immobilizacja kowalencyjna lipaz na nośnikach nieorganicznych**

Nośniki nieorganiczne, oprócz wielu zalet (odporność fizyczna, chemiczna i biologiczna, łatwość regeneracji) posiadają istotną wadę. Obecność w nich małej liczby grup aktywnych chemicznie powoduje wiązanie białka w niewielkich ilościach. Z tego względu materiały te muszą być poddawane funkcjonalizacji polegającej na wiązaniu ich z polimerami syntetycznymi, naturalnymi lub organokrzemianami. Spośród nośników nieorganicznych do immobilizacji lipaz najczęściej stosuje się krzemionkę, gliniany, ceramikę, szkło nieporowate lub szkło o kontrolowanych porach oraz zeolity.

Do hydrolizy 2-fenylpropionianu etylu stosowano lipazę *Candida cylindraceae* unieruchomioną na krzemionce, glinianie oraz dwóch typach szkła o kontrolowanych porach [28]. Wymienione nośniki aktywowano trichlorotriazyną. Systemy biokatalizatora związane z krzemionką i glinianem wykazywały wyższą aktywność hydrolityczną i większą odporność na temperaturę niż ich odpowiedniki na szkle. Przyczyną były różnice w porowatości tych materiałów. Immobilizacja lipazy na mezoporowatej krzemionce i glinianie zachodziła na powierzchni nośników nie utrudniając substratowi dostępu do miejsca aktywnego enzymu. Na szkle zemulgowane krople oleju miały ograniczony kontakt z obszarem katalitycznym lipazy, ponieważ znacząca ilość białka związana była wewnątrz porów nośnika. Preparat enzymatyczny na krzemionce przechowywany w 50°C był 37 razy bardziej stabilny niż enzym natywny. Po 336 godzinach (2 cykle) procesu hydrolizy utrzymywał 80% wyjściowej aktywności, a po 3 cyklach pracy jego aktywność pozostawała na poziomie 50%.

Podjęto szereg prób uzyskania nowych funkcjonalizowanych nośników krzemionkowych [29-33]. Do żelu krzemionkowego w reakcji z 3-aminopropylotrietoksylanem wprowadzono grupy aminowe i za pomocą poliimidu kwasu bursztynowego związano lipazę trzustki wieprzowej [31]. Bai i wsp. [29,30] na drodze polimeryzacji szczepionej opracowali różne nośniki krzemionkowe z reaktywnymi grupami aldehydowymi. Najlepszy rezultat w immobilizacji lipazy trzustki wieprzowej osiągnięto poprzez zamocowanie na krzemionce długiego ramienia przestrzennego winylotrietoksylanu i aldehydu akrylowego [29]. Aktywność lipazy związanej z taką strukturą dendrytową nośnika wynosiła 118% w porównaniu z enzymem niezwiązanym. Lipazę z *Mucor javanicus* immobilizowano efektywnie na nanocząstkach krzemionki

z wbudowanym metakrylanem glicydydu [33]. Grupy epoksydowe nośnika wykorzystano do bezpośredniego wielopunktowego wiązania enzymu. Do nośnika wprowadzono także grupy aminowe, które przed unieruchomieniem lipazy aktywowano aldehydem glutarowym lub 1,4-diizotiocyanianem fenylu. Ilość lipazy na cząstkach z modyfikowanym metakrylanem glicydydu była dużo wyższa (81,3 i 60,9 mg/g nośnika) niż na nośnikach nieaktywowanych (18,9 mg/g). Aktywność hydrolityczna w środowisku wodnym lipazy związanej z nośnikiem aktywowanym glutaraldehydem wynosiła w stosunku do enzymu natywnego 115%, a po modyfikacji 1,4-diizotiocyanianem fenylu 107%.

Magnan i wsp. [34] opracowali membranę mieszaną przygotowaną z dynamicznej warstwy żelowej uzyskiwanej w wyniku ultrafiltracji roztworu żelatyny z iminą polietylenową na makroporowatym nośniku ceramicznym. Do zalet tego typu membrany należy kompatybilność z enzymem, łatwość przygotowania i regeneracji. Lipazę *Candida antarctica* B „umocowano” na membranie za pomocą aldehydu glutarowego jako czynnika sieciującego. W celu zwiększenia miejsc wiązania lipazy (grupy aminowe) zwiększono stężenie aldehydu glutarowego do 12,5%. Wysokie stężenie czynnika sieciującego poprawiło usieciowanie warstwy polimerowej, którą jednak trudno było usunąć nawet na drodze drastycznego przemywania. W ten sposób po dwóch lub trzech regeneracjach membrany opór hydrauliczny nośnika ceramicznego był tak duży, że ciśnienie membranowe wymagane do zapewnienia odpowiedniego strumienia przepływu mogło zniszczyć warstwę polimeru. Aby uniknąć tych problemów zdecydowano się na obniżenie stężenia aldehydu glutarowego do 4%, co pozwoliło na kompletną regenerację membrany. Uzyskany unieruchomiony biokatalizator miał zastosowanie w reakcjach hydrolizy i syntezy w różnych środowiskach (system wodny i heksan).

### **Immobilizacja lipaz na nośnikach hybrydowych (kompozytowych)**

Nośniki hybrydowe to materiały nieorganiczno-organiczne lub będące mieszaniną polimerów naturalnych i syntetycznych. Łączą one zalety poszczególnych grup nośników i minimalizację cech ujemnych. Zauważa się rosnącą popularność nośników hybrydowych, w skład których wchodzi karaginan, żelatyna, chitozan [34-37]. W badaniach Ye i wsp. [36] na membranę kapilarną powstałą w wyniku kopolimeryzacji akrylonitrylu i kwasu maleinowego naniesiono żelatynę. Powstały „pseudobio-nośnik” użyto do immobilizacji lipazy *Candida rugosa* stosując aldehyd glutarowy. Przeprowadzono również wiązanie lipazy za pomocą imidu kwasu bursztynowego i karbodiimidu na nośniku niemodyfikowanym (bez żelatyny). W porównaniu z enzymem natywnym, aktywność lipazy immobilizowanej na modyfikowanej membranie wynosiła 49,2%, natomiast na nośniku bez żelatyny 33,9%. Badania stabilności operacyjnej otrzymanych preparatów enzymatycznych wykazały, że biokatalizator połączony z warstwą biopolimeru utrzymywał 55% wyjściowej aktywności po 10 cyklach reakcyjnych, a lipaza na nośniku niemodyfikowanym 62%. Podobną technikę zastosowano do otrzymania dwuwarstwowych biomimetycznych nośników, gdzie warstwę żelatyny lub chitozanu wiązano z włóknami kopolimeru akrylonitryl - kwas maleinowy [37].

Do nośników kompozytowych zaliczyć można także nośniki nieorganiczne związane z polimerami syntetycznymi, naturalnymi lub organokrzemianami [29-34].

## SIECIOWANIE LIPAZ

Podczas sieciowania za pomocą jedno, dwu- lub wielofunkcyjnych czynników sieciujących tworzą się wielokrotne i w trzech wymiarach, wiązania kowalencyjne pomiędzy cząsteczkami enzymu. Mimo dużej różnorodności czynników sieciujących białka (m.in. karbodiimidy, diimidoestry, bisbursztynomid, diizocyjaniiny, dialdehydy, diacyloazydki i inne) najczęściej wykorzystuje się aldehyd glutarowy. Reaktywne grupy aldehydowe znajdujące się na końcach cząsteczki tego związku reagują z wolnymi grupami aminowymi (grupy ε-aminowe lub N-końcowe) enzymu tworząc struktury typu zasady Schiff'a. Swoją popularność aldehyd glutarowy zawdzięcza głównie stabilności, niskiej cenie, wydajności, łagodnym warunkom sieciowania i certyfikatu GRAS (ang. *Generally Recognized as Safe*) [3]. Sieciowaniu można poddać białko uprzednio związane (np. na drodze adsorpcji lub zamknięte w sieci żelu) z nośnikiem, co należy jednak traktować jako uzupełnienie innych technik immobilizacji. Natomiast tworzenie preparatów bez nośnika dotyczy sieciowania enzymu w roztworze wodnym lub agregatów białkowych i kryształów [3]. Sieciowanie enzymu w roztworze wodnym polega na dodaniu czynnika sieciującego w ilości zapewniającej wypadanie usieciowanych agregatów. Wadą tej metody jest to, że zazwyczaj uzyskuje się żelowane precipitaty, które najczęściej mają obniżoną aktywność i stabilność operacyjną, czego przyczyną jest zbyt silna modyfikacja cząsteczki białka. Dodatkowym problemem jest niska powtarzalność metody oraz trudności z uzyskaniem jednolitych rozmiarowo agregatów i preparatów handlowych. Z wymienionych powodów metoda ta praktycznie nie jest stosowana.

Interesującą technologią w zakresie immobilizacji stosowaną dla lipaz jest sieciowanie kryształów enzymu (CLECs-ang. *Cross-Linked Enzyme Crystals*) [38,39]. Standardowa procedura polega na otrzymaniu mikrokryształów o rozmiarach 1-20 μm, które sieciuje się zwykle aldehydem glutarowym. Obecne w strukturze usieciowanych kryształów kanały ułatwiają dyfuzję substratów i produktów [39,40]. CLECs opisywane są jako biokatalizatory o dużej stabilności, odporności mechanicznej i bardzo wysokiej aktywności w przeliczeniu na jednostkę preparatu, co związane jest ze skondensowaniem cząsteczek enzymu w kryształach [38,39]. W ten sposób immobilizowano lipazy z *Candida rugosa* i *Burkholderia cepacia* [41]. Przygotowane kryształy lipaz wykazywały wysoką stereoselektywność w reakcji hydrolizy ważnych związków chemicznych, np. ibuprofenu. Preparaty te były również od 10 do 90 razy aktywniejsze w reakcjach stereoselektywnej estryfikacji i transestryfikacji prowadzonych w rozpuszczalnikach organicznych niż enzymy natywne. Kryształy lipazy z *Candida rugosa* zastosowane w chiralnym rozdziale różnych związków odznaczały się wysoką stabilnością, zarówno w układach wodnych, jak i z rozpuszczalnikiem organicznym [39]. W zależności od warunków, czas utraty 50% aktywności dla enzymu naturalnego wynosił od 2 do 20 godzin, natomiast czas połowicznego zaniku aktywności preparatu CLECs w medium wodnym to 13 dni, a w organicznym nie stwierdzono utraty aktywności po 5 dniach.

Procedura otrzymywania CLECs jest jedną z droższych i bardziej skomplikowanych metod immobilizacji. Wysoka cena wynika z kosztów uzyskania czystego enzymu, niezbędnego do produkcji kryształów [42]. Alternatywą dla tej metody może być otrzymywanie usieciowanych agregatów

enzymów – CLEAs (CLEAs- ang. *Cross-Linked Enzyme Aggregates*) [3,38], które uzyskuje się w wyniku precipitacji białek enzymatycznych, a następnie ich sieciowaniu aldehydem glutarowym. Właściwości katalityczne finalnego produktu w znacznym stopniu mogą zależeć od typu precipitacji, stężenia czynnika sieciującego i czasu sieciowania [3,38,40,43]. Do zalet tej techniki zalicza się łączenie immobilizacji z oczyszczeniem enzymu, niski koszt produkcji, wysoką aktywność w przeliczeniu na masę preparatu oraz zwiększoną stabilność.

W pracy López-Serrano jako CLEAs immobilizowano siedem lipaz pochodzenia mikrobiologicznego [43]. Lipazy z *Thermomyces lanuginosus* i *Rhizomucor miehei* wytrącone przez dodatek  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  w obecności SDS (siarczan sodowy dodecyłu) miały 3-krotnie wyższą aktywność hydrolityczną od ich natywnych odpowiedników.

Podjęto także próby wzmocnienia stabilności lipaz przez włączenie ich CLEAs w pory membrany [40]. Agregaty lipazy z *Candida rugosa* tworzone i sieciowano w środku porów mikrofiltracyjnej membrany z celulozy i PTFE. Badano wpływ składu medium organicznego oraz charakteru hydrofilowego i hydrofobowego matrycy nośnika na właściwości biokatalityczne membran. Otrzymano wysokoefektywne membrany z „wtłoczonymi” CLEAs zarówno na bazie hydrofobowych, jak i hydrofilowych polimerów. Czynnikiem znacząco wpływającym na aktywność biokatalizatorów było stężenie aldehydu glutarowego, który pełnił rolę czynnika wywołującego agregację i równocześnie reagenta sieciującego. W badaniach zastosowano dodatkowo „bio-imprinting” lipaz kwasem oleinowym, co jednak nie wpłynęło znacząco na poprawę aktywności enzymu w reakcjach estryfikacji.

## PODSUMOWANIE

Biokataliza z udziałem mikrobiologicznych lipaz jest technologią o ogromnym potencjale pozwalającą otrzymywać liczne związki na potrzeby przemysłu spożywczego, chemicznego i farmaceutycznego. W celu obniżenia kosztów handlowych preparatów tych enzymów obserwuje się ciągły rozwój i optymalizację technik ich immobilizacji. Na efekt końcowy immobilizacji kowalencyjnej mają wpływ następujące czynniki: czas immobilizacji (zwykle kilka godzin), dostępność powierzchni nośnika i jego porowatość, ilość zaktywowanych grup funkcyjnych nośnika i białka, rodzaj czynnika wiążącego, odległość związanego enzymu od powierzchni nośnika i orientacja przestrzenna centrum aktywnego, mono- i wielopunktowe wiązanie enzymu z nośnikiem oraz charakter hydrofilowo / hydrofobowy materiału nośnika.

Immobilizacja kowalencyjna daje zwykle trwałe wiązanie enzymu z nośnikiem, podwyższenie stabilności lipazy, zwiększenie zakresu tolerancji pH i wyższych temperatur. Wzrost optimum temperatury związany jest z redukcją ruchliwości konformacyjnej białka wywołanej wielopunktowym wiązaniem z nośnikiem poprzez grupy  $-\text{NH}_2$  enzymu. Stąd wymagana jest większa energia aktywacji do przeorganizowania cząsteczki lipazy do właściwej dla substratu konformacji.

Dalszy rozwój technik immobilizacji pozwoli w przyszłości rozszerzyć przemysłowe zastosowania lipaz oraz otworzy nowe możliwości użytkowania tych enzymów o wszechstronnych właściwościach katalitycznych.

**Tabela 2.** Przykłady wpływu immobilizacji kowalencyjnej na właściwości lipaz

Lipaza	Rodzaj nośnika	Aktywacja nośnika	Wynik immobilizacji	Literatura
z trzustki wieprzowej	Akrilex 100 (poliakrylamid)	karbodiimid; sieciowanie aldehydem glutarowym lub difluoronitrobenzenem	uzyskanie maksymalnej aktywności hydrolitycznej: enzym natywny – 20 h, immobilizowany – 3 h; wzrost termostabilności i odporności na działanie mocznika	[26]
<i>Mucor javanicus</i>	krzemionka z metakrylanem glicydylu	aldehyd glutarowy lub 1,4-diizocyjanian fenylu	Wzrost aktywności hydrolitycznej do 115% względem enzymu natywnego	[33]
<i>Arthro-bacter sp.</i>	Sepharose (agarozą)	CNBr	Wzrost stężenia enancjomerów z E=47 do E=450; wysoka stabilność operacyjna (aktywność niezmieniona po 10 cyklach)	[6]
<i>Rhizopus oryzae</i>	Sepharose 4BCL (agarozą)	CNBr	Wzrost stężenia enancjomerów maślanu glicydylu z E=2 do E=17	[12]
<i>Candida rugosa</i>	akrylonitryl-kwas maleinowy z chitozanem lub żelatyną	karbodiimid / imid kwasu bursztynowego; sieciowanie aldehydem glutarowym	Wzrost stabilności operacyjnej: po 10 cyklach reakcji 55% (chitozan) i 62% (żelatyna) aktywności wyjściowej	[37]
<i>Candida rugosa</i>	agarozą (Bio-Gel)	chlorek tosyłu	Wydłużenie czasu utraty 50% aktywności z 0,28 h do ok. 5 h; przechowywanie w 4°C przez 4 miesiące bez utraty aktywności	[10]
	krzemionka	trichlorotriazyna		
<i>Candida rugosa</i>	terpolimer na bazie metakrylanu glicydylu z diaminohexanem jako ramieniem przestrzennym	aldehyd glutarowy	Podwyższenie stabilności termicznej – po 2h w 60°C utrzymywał 67% aktywności, natywny – 11%	[14]
<i>Candida rugosa</i>	hydrożel na bazie akrylamidu z karaginanem	epichlorohydryna	Wysoka stabilność operacyjna: po 10 cyklach reakcji – 94% aktywności wyjściowej; 40 cykli – 39% aktywności wyjściowej	[35]

## LITERATURA

- [1] Antczak T., Graczyk J.: Lipazy: źródła, struktura i właściwości katalityczne, *Biotechnologia*, 2002, 2(57), 130-145.
- [2] Hasan F., Shah A.A., Hameed A.: Industrial applications of microbial lipases, *Enzyme Microb. Technol.*, 2006, 39, 235-251.
- [3] Bryjak J.: Immobilizacja enzymów. Część I. Metody konwencjonalne, *Wiadomości Chemiczne*, 2004, 58, 9-10, 691-746.
- [4] Amorim R.V.S., Melo E.S., Carneiro-da-Cunha M.G., Ledingham W.M., Campos-Takaki G.M.: Chitosan from *Syncephalastrum racemosum* used as a film support for lipase immobilization, *Bioresour. Technol.*, 2003, 89, 1, 35-39.
- [5] Carneiro-da-Cunha M.G., Rocha J.M.S., Garcia F.A.P., Gil M.H.: Lipase immobilization on to polymeric membranes, *Biotechnol. Techn.*, 1999, 13, 6, 403-409.
- [6] 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.
- [7] Chiou S.H., Wu W.-T.: Immobilization of *Candida rugosa* lipase on chitosan with activation of the hydroxyl groups, *Biomaterials*, 2004, 25, 197-204.
- [8] Gray C.J., Narang J.S., Barker S.A.: Immobilization of lipase from *Candida cylindraceae* and its use in the synthesis of menthol esters by transesterification, *Enzyme Microb. Technol.*, 1990, 12, 800-807.
- [9] Hung T.-Ch., Giridhar R., Chiou S.-H., Wu W.-T.: Binary immobilization of *Candida rugosa* lipase on chitosan, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 2003, 26, 1-2, 69-78.
- [10] Moreno J.-M., Arroyo M., Hernáiz M.-J., Sinisterra J.-V.: Covalent immobilization of pure isoenzymes from lipase of *Candida rugosa*, *Enzyme Microb. Technol.*, 1997, 21, 552-558.
- [11] Moreno J.M., Hernaiz M.J., Sánchez-Montero J.M., Sinisterra J.V., Bustos M.T., Sánchez M.E., Bello J.F.: Covalent immobilization of pure lipases A and B from *Candida rugosa*, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 1997, 2, 177-184.
- [12] Palomo J.M., Segura R.L., Fernandez-Lorente G., Guisan J.M., Fernandez-Lafuente R.: Enzymatic resolution of ( $\pm$ )-glycidyl butyrate in aqueous media, Strong modulation of the properties of the lipase from *Rhizopus oryzae* via immobilization techniques, *Tetrahedron: Asymmetry*, 2004, 15, 7, 1157-1161.
- [13] Bayramođlu G., Kaçar Y., Denizli A., Arica M.Y.: Covalent immobilization of lipase onto hydrophobic group incorporated poly(2-hydroxyethyl methacrylate) based hydrophilic membrane matrix, *J. Food Eng.*, 2002, 52, 4, 367-374.
- [14] Bayramođlu G., Kaya B., Arica M.Y.: Immobilization of *Candida rugosa* lipase onto spacer-arm attached poly(GMA-HEMA-EGDMA) microspheres, *Food Chemistry*, 2005, 92, 261-268.
- [15] Braun B., Klein E.: Immobilization of *Candida rugosa* lipase to nylon fibers using its carbohydrate groups as the chemical link, *Biotechnol. Bioeng.*, 1996, 51, 327-341.
- [16] Bryjak J., Bachmann K., PawłóW B., Maliszewska I., Trochimczuk A., Kolarz B.N.: Immobilization of lipase on various acrylic copolymers, *Chem. Eng. J.*, 1997, 65, 249-256.
- [17] Bryjak J., Trochimczuk A.W.: Immobilization of lipase

- and penicillin acylase on hydrophobic acrylic carriers, *Enzyme Microb. Technol.*, 2006, 39, 4, 573-578.
- [18] Carta G., Gainer J.L., Gibson M.E.: Synthesis of esters using a nylon-immobilized lipase in batch and continuous reactors, *Enzyme Microb. Technol.*, 1992, 14, 904-910.
- [19] Knezevic Z., Milosavic N., Bezbradica D., Jakovljevic Z., Prodanovic R.: Immobilization of lipase from *Candida rugosa* on Eupergit® C supports by covalent attachment, *Biochem. Eng. J.*, 2006, 30, 269-278.
- [20] Liu X., Guan Y., Shen R., Liu H.: Immobilization of lipase onto micron-size magnetic beads, *J. Chromatogr. B*, 2005, 822, 1-2, 91-97.
- [21] Nieto I., Rocchietti S., Ubiali D., Speranza G., Morelli C.F., Fuentes I.E., Alcantara A.R., Terreni M.: Immobilization of different protein fractions from *Rhizomucor miehei* lipase crude extract, Enzymatic resolution of (R,S)-2-tetralol, *Enzyme Microb. Technol.*, 2005, 37, 514-520.
- [22] Pujari N.S., Vaidya B.K., Bagalkote S., Ponrathnam S., Nene S.: Poly(urethane methacrylate-co-glycidyl methacrylate)-supported-polypropylene biphasic membrane for lipase immobilization, *J. Membr. Sci.*, 2006, 285, 395-403.
- [23] Rodrigues Á.R., Cabral J.M.S., Taipa M.Â.: Immobilization of *Chromobacterium viscosum* lipase on Eudragit S-100: coupling, characterization and kinetic application in organic and biphasic media, *Enzyme Microb. Technol.*, 2002, 31, 133-141.
- [24] Zaidi A., Gainer J.L., Carta G., Mrani A., Kadiri T., Belarbi Y., Mir A.: Esterification of fatty acids using nylon-immobilized lipase in *n*-hexane: kinetic parameters and chain-length effects, *J. Biotechnol.*, 2002, 93, 209-216.
- [25] Zhu S., Wu Y., Yu Z.: Immobilization of *Candida rugosa* lipase on a pH-sensitive support for enantioselective hydrolysis of ketoprofen ester, *J. Biotechnol.*, 2005, 116, 4, 397-401.
- [26] Bagi K., Simon L.M., Szajáni B.: Immobilization and characterization of porcine pancreas lipase, *Enzyme Microb. Technol.*, 1997, 20, 531-535.
- [27] Katchalski-Katzir E., Kraemer D.M.: Eupergit C, a carrier for immobilization of enzymes of industrial potential, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic.*, 2000, 10, 157-176.
- [28] Moreno J.M., Sinisterra J.V.: Immobilization of lipase from *Candida cylindracea* on inorganic supports, *J. Mol. Catal.*, 1994, 93, 357-369.
- [29] Bai Y.-X., Li Y.-F., Yang Y., Yi L.-X.: Covalent immobilization of triacylglycerol lipase onto functionalized nanoscale SiO<sub>2</sub> spheres, *Process Biochem.*, 2006, 41, 770-777.
- [30] Bai Y.-X., Li Y.-F., Yang Y., Yi L.-X.: Covalent immobilization of triacylglycerol lipase onto functionalized novel mesoporous silica supports, *J. Biotechnol.*, 2006, 125, 574-582.
- [31] Bai Z.W., Zhou Y.K.: A novel enzyme support derived from aminated silica gel and polysuccinimide: preparation and application for the immobilization of porcine pancreatic lipase, *React. Func. Polym.*, 2004, 59, 93-98.
- [32] Ivanov A.E., Schneider M.P.: Methods for the immobilization of lipases and their use for ester synthesis, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 1997, 3, 303-309.
- [33] Kim M.I., Ham H.O., Oh S.-D., Park H.G., Chang H.N., Choi S.-H.: Immobilization of *Mucor javanicus* lipase on effectively functionalized silica, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 2006, 39, 1-4, 62-68.
- [34] Magnan E., Catarino I., Paolucci-Jeanjean D., Preziosi-Belloy L., Belleville M.P.: Immobilization of lipase on ceramic membrane: activity and stability, *J. Membr. Sci.*, 2004, 241, 1, 161-166.
- [35] Tümtürk H., Karaca N., Demirel G., Sahin F.: Preparation and application of poly(*N,N*-dimethylacrylamide-co-acrylamide) and poly(*N*-isopropylacrylamide-co-acrylamide)/*k*-Carrageenan hydrogels for immobilization of lipase, *Inter. J. Biol. Macromol.*, 2007, 40, 3, 281-285.
- [36] Ye P., Xu Z.-K., Wu J., Innocent Ch., Seta P.: Entrusting poly(acrylonitrile-co-maleic acid) ultrafiltration hollow fiber membranes with biomimetic surfaces for lipase immobilization, *J. Mol. Catal. B: Enzymatic*, 2006, 40, 30-37.
- [37] Ye P., Xu Z.-K., Wu J., Innocent Ch., Seta P.: Nanofibrous poly(acrylonitrile-co-maleic acid) membranes functionalized with gelatin and chitosan for lipase immobilization, *Biomaterials*, 2006, 4169-4176.
- [38] Cao L., van Langen L., Sheldon R.A.: Immobilized enzymes: carrier – bound or free ?, *Curr. Opin. Biotechnol.*, 2003, 14, 387-395.
- [39] Margolin A.L.: Novel crystalline catalysts, *TIBTECH*, 1996, 14, 223-230.
- [40] Hilal N., Nigmatullin R., Alpatova A.: Immobilization of cross-linked lipase aggregates within macroporous polymeric membranes, *J. Membr. Sci.*, 2004, 238, 131-141.
- [41] Khalaf N., Govardhan C.P., Lalonde J.J., Persichetti R.A., Wang Y.F., Margolin A.L.: Cross-linked enzyme crystals as highly active catalysts in organic solvents, *J. Am. Chem. Soc.*, 1996, 118, 5494-5495.
- [42] Lalonde J.: Practical catalysis with enzyme crystals, *Chemtech*, 1997, 38-45.
- [43] López-Serrano P., Cao L., van Rantwijk F., Sheldon R.A.: Cross-linked enzyme aggregates with enhanced activity: application to lipases, *Biotechnol. Lett.*, 2002, 24, 1379-1383.

## COVALENT IMMOBILIZATION OF LIPASES

### SUMMARY

*Lipases constitute the most important group of biocatalyst for biotechnological applications.*

*This review describes issues concerning immobilization of lipases by covalent binding and cross-linking. Properties of various organic, inorganic and composite supports were characterized along with their suitability for lipase immobilization.*

*Knowledge of issues discussed in the paper can be helpful in the planning research connected with chemical immobilization of lipases.*



Dr inż. Anna BERTHOLD  
Dr inż. Antoni PLUTA  
Mgr inż. Monika DOLIŃSKA  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## SERY DOJRZEWAJĄCE JAKO ŚRODOWISKO ROZWOJU PATOGENÓW®

*Celem artykułu jest omówienie możliwości rozwoju w serach podpuszczkowych dojrzewających drobnoustrojów patogennych, takich jak: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. oraz *Staphylococcus aureus*. Przeanalizowano wpływ różnych czynników technologicznych wpływających na rozwój patogenów w serach. Dokonano przeglądu piśmiennictwa dotyczącego jakości mikrobiologicznej serów rynkowych. Przedstawiono przypadki zatruc pokarmowych wywołanych spożyciem serów dojrzewających, zanieczyszczonych drobnoustrojami chorobotwórczymi.*

**Słowa kluczowe:** sery podpuszczkowe, zatrucia pokarmowe, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

tych można zaliczyć: *Listeria monocytogenes*, niektóre gatunki z rodzaju *Salmonella*, enterotoksyczne szczepy *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus aureus*. W niniejszym artykule zostaną one omówione.

### WPROWADZENIE

Obecne w żywności drobnoustroje chorobotwórcze mogą być przyczyną chorób, które określane są mianem zatruc pokarmowych. Zatrucia te najczęściej są dzielone na: toksyko-infekcje (są następstwem spożycia wraz z pokarmem żywych drobnoustrojów zdolnych do wywołania zatrucia, np. salmonellozy) oraz intoksykacje (występujące po spożyciu egzotoksyny bakteryjnej wytworzonej w żywności przed jej spożyciem, np. zatrucie enterotoksyną gronkowcową).

Zatrucia pokarmowe zostały uznane za główne przyczyny zachorowań ludzi, zarówno w krajach uprzemysłowionych, jak i rozwijających się. Wśród czynników, które powodują wzrost zagrożeń mikrobiologicznych ze strony żywności wymienia się intensyfikację produkcji rolnej i zwierzęcej. Przyczyniają się one do wzrostu zatruc wywołanych m.in. przez pałeczki *Salmonella*, czy enterokrwotoczne szczepy *E. coli*. Istotne zagrożenie mikrobiologiczne wiąże się z zanieczyszczeniem surowca. Eliminacja lub ograniczenie tego zagrożenia podczas przetwarzania nie zawsze są skuteczne. Coraz częstsze preferowanie przez konsumentów produktów naturalnych lub mało przetworzonych, a ograniczenie stosowania środków konserwujących stwarza warunki lepszego bytowania dla drobnoustrojów. Równie istotnym czynnikiem, który ma wpływ na wzrost liczby zatruc pokarmowych, jest starzenie się społeczeństwa oraz spadek odporności, co sprzyja zatruciom wywoływanym przez *L. monocytogenes* [39].

W ostatnich latach znacznie poszerzyła się lista drobnoustrojów uznanych za czynniki etiologiczne zatruc pokarmowych. Szacuje się, że przyczyną 75% zatruc pokarmowych są bakterie. Jednak pomimo rozwoju metod analitycznych i identyfikacji drobnoustrojów, w wielu przypadkach nie można ustalić czynnika wywołującego zatrucie.

Wiele czynników wpływa na rozwój patogenów w serach. Są to przede wszystkim: temperatura, aktywność wody, pH, obecność białka, soli oraz obecność kultur mleczarskich. Czynniki te mogą hamować wzrost lub eliminować bakterie chorobotwórcze, ale także sprzyjać ich rozwojowi. Odnotowuje się pewną liczbę przypadków zatruc pokarmowych spowodowanych bakteriami chorobotwórczymi występującymi w serach podpuszczkowych dojrzewających. Do patogenów

### LISTERIA MONOCYTOGENES

Rodzaj *Listeria* obejmuje 6 gatunków, ale tylko *Listeria monocytogenes* jest istotna z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności. Są to Gram – dodatnie, względnie beztlenowe, nieprzetrwalnikujące pałeczki. Gatunek ten tworzy komórki o średnicy 0,4 -0,5 µm oraz długości 0,5 – 2 µm. Optymalna temperatura wzrostu *L.monocytogenes* to 30-37°C, ale zdolne są do wzrostu nawet w temperaturze 1°C. Rozwijają się w szerokim zakresie pH od 4,3 do 10,0 i tolerują stężenie soli do 10%. Minimalna aktywność wody, przy której obserwuje się jeszcze rozwój tych patogenów to 0,90-0,92. Są izolowane z wody, gleby, gnijącej masy roślinnej oraz od różnych gatunków zwierząt. Badania epidemiologiczne wskazują, że od 1% do 10% ludzi może być bezobjawowymi nosicielami *Listeria monocytogenes* [32, 33].

Zdolność *L. monocytogenes* do namnażania się w serach zależy od gatunku sera. W Szwecji przebadano 333 próbki serów miękkich i półmiękkich, z których 6% zawierało *L. monocytogenes* w liczbie od 10<sup>2</sup> do 10<sup>5</sup> j.t.k./g. Sery produkowane z mleka surowego były zanieczyszczone w znacznie większym stopniu (42% próbek) niż sery z mleka pasteryzowanego (2% próbek) [20]. W próbkach półtwardego sera wyprodukowanego w Turcji z mleka surowego, *L. monocytogenes* stwierdzono w 4,8% próbek [9]. W serach miękkich z surowego mleka owczego bakterie *Listeria monocytogenes* stwierdzono w 46% próbek [25]. W Europie przebadano 329 próbek serów maziowych i obecność *L. monocytogenes* stwierdzono w 6,4% próbek. Występowanie tego gatunku bakterii w serach było zróżnicowane w różnych krajach i tak np. we Włoszech 17,4% próbek zawierało *L. monocytogenes*, w Niemczech – 9,2%, w Austrii i Francji odpowiednio 10% i 3,3%. Zaskakujące jest to, iż większą częstotliwość występowania tych bakterii zanotowano w serach z mleka pasteryzowanego (8,0%) niż z mleka surowego (4,8%). Nie stwierdzono natomiast większego zróżnicowania pomiędzy serami z mleka krowiego, owczego i koziego [31].

W literaturze zagranicznej można znaleźć wiele publikacji poświęconych badaniom możliwości rozwoju *L.monocytogenes* podczas produkcji, dojrzewania i przechowywania różnego

typu serów. Najwięcej publikacji dotyczy serów miękkich (maziowych i pleśniowych), które stanowią środowisko szczególnie sprzyjające rozwojowi i występowaniu dużej liczby *L. monocytogenes*, ze względu na wysoką zawartość wody oraz zbliżone do obojętnego pH na powierzchni skórki.

Wyniki dotyczące przeżywalności *L. monocytogenes* w serach miękkich są rozbieżne. Back i wsp. [4] wykazali, że w serach miękkich przechowywanych w warunkach chłodniczych następuje zwiększenie liczby komórek *L. monocytogenes* jedynie na powierzchni sera. We wnętrzu serów, gdzie pH jest niższe niż pH skórki, wzrost tych bakterii następuje w temperaturze powyżej 15°C. W serze Galotyri (tradycyjny kwasowy miękki ser grecki) omawiane drobnoustroje rozwijają się bez względu na temperaturę przechowywania [29].

Morgan i wsp. [22] udowodnili, iż patogeny te przeżywają we wnętrzu sera z mleka koziego do 42 dnia, nawet gdy zanieczyszczenie jest nieznaczne i wynosi do 10 j.t.k./g. Również półmiękki ser Trapistów niezależnie od liczby wprowadzanych komórek *L. monocytogenes*, zawierał w ostatnim dniu przechowywania taką samą liczbę tych patogenów, jak na początku przechowywania [18]. Również tradycyjne miękkie sery meksykańskie są dobrym środowiskiem rozwoju *L. monocytogenes* [35].

Znacznie gorsze warunki rozwoju znajdują bakterie *Listeria* w serach półtwardych i twardych, gdyż w czasie dojrzewania ich liczba zmniejsza się do wartości nie zagrażającej zdrowiu konsumentów lub są niewykrywalne w 25g [5, 40].

Równie niekorzystne warunki rozwoju znajduje *Listeria monocytogenes* w serach twarogowych. Stańczak i wsp. [36] badaniom poddali ser twarogowy Grani Quark. Do próbek sera wprowadzili komórki *L. monocytogenes*, a następnie przechowywali je w temperaturze 10°C przez 14 dni oraz w temperaturze 20°C przez 10 dni. W niższej temperaturze liczba komórek *L. monocytogenes* początkowo pozostawała na niezmiennym poziomie, natomiast między 10 i 14 dniem przechowywania zmniejszyła się o 2 rzędy wielkości. Po 14 dniach nie stwierdzili obecności *L. monocytogenes* w 1 g serów. Również w temperaturze 20°C po 10 dniach przechowywania nie stwierdzili komórek *L. monocytogenes*, pomimo intensywnego wzrostu w pierwszych dniach przechowywania. W handlowych serach kwasowych w Turcji *L. monocytogenes* stwierdzono tylko w 2,3% próbek [3].

**Tabela 1.** Przypadki zatruc pokarmowych wywołanych przez *L. monocytogenes* w wyniku spożycia serów

Ser	Liczba opisanych przypadków zatruc pokarmowych	Kraj	Lata
typu cottage	100	Niemcy	1949-1957
typu meksykańskiego	142(48)*	USA	1985
Mont d'Or	122(34)*	Szwajcaria	1983-1987
Brie	20(4)*	Francja	1995
mikki, pleśniowy	36	Francja	1995
Cheddar	29	Kanada, USA	2000-2002
sery miękkie i półmiękkie z mleka surowego	1 8 3 9	Austria Belgia Niemcy Włochy	2005
sery miękkie i półmiękkie z mleka pasteryzowanego	12 3 6	Włochy Polska Portugalia	2005

\* – przypadki śmiertelne podano w nawiasach

W Tabeli 1 przedstawiono wybrane przypadki zatruc pokarmowych w różnych krajach wywołanych przez *L. monocytogenes*, których nośnikiem były sery. Na uwagę zasługuje fakt, iż większość przypadków związana była ze spożyciem serów miękkich.

## ESCHERICHIA COLI

*Escherichia coli* zwana inaczej pałeczką okrężnicy, to Gram ujemne, nieruchliwe, urzęsione bakterie, które nie tworzą przetrwalników. Optymalną temperaturą dla ich rozwoju jest temperatura 30 - 37°C. Bakterie *E. coli* nie przeżywają w temperaturze 72°C i po kilkunastu sekundach giną. Naturalnym środowiskiem ich bytowania jest jelito grube człowieka i innych ssaków, gdzie stanowią mikroflorę komensalną (syntetyzują niektóre związki egzogenne). Występują również w glebie, wodzie i na powierzchni roślin. Gatunek ten, ze względu na powszechność występowania w przewodzie pokarmowym, wykorzystuje się do oceny stanu sanitarnego. *Escherichia coli* mogą być przyczyną stanów zapalnych wymion krów [11].

Chorobotwórcze szczepy *E. coli* podzielono na osiem grup, m.in. ze względu na różnice w wirulencji oraz odrębność serotypów O:H. Wyodrębnione grupy patogenne to: EPEC – enteropatogenne, EIEC – enteroinwazyjne, ETEC – enterotoksyczne, EAEC – enteroagregacyjne, DAEC – dyfuzyjnie przylegające, CDEC – *E.coli* odłączające komórki, NTEC – *E. coli* wytwarzające toksyny martwicze oraz EHEC – enterokrwotoczne. Do ostatniej grupy należy szczep *E. coli* 0157:H7 i to jemu poświęca się najczęściej uwagi, gdyż zatrucia wywołane przez ten szczep charakteryzują się stosunkowo wysoką śmiertelnością [34].

Kazimierzczak i wsp. [17] badały sery krajowe i zagraniczne dostępne w Polsce. W przebadanych próbkach *E. coli* były obecne w 4% próbek serów importowanych i 36% serów krajowych, a ich liczba sięgała 10<sup>4</sup> j.t.k./g. W podobnych badaniach przeprowadzonych w Holandii *E. coli* stwierdzono w 5% próbek serów miękkich pleśniowych [23]. W Hiszpanii w tradycyjnym serze San Simon *Escherichia coli* stanowiły dominujący gatunek wśród *Enterobacteriaceae* (56% wyizolowanych szczepów). Ich liczebność we wnętrzu sera była większa niż na powierzchni, co związane jest z tolerancją kwaśnego środowiska przez te bakterie [38]. W Turcji w tradycyjnym półtwardym serze z mleka surowego stwierdzono *E.coli* w 62% przebadanych próbek. Liczba komórek *E. coli* była na poziomie powyżej 10<sup>3</sup> j.t.k./g. Nie wykryto natomiast szczepu 0157:H7 [37].

Szczep ten został natomiast wykryty przez Öksüz i wsp. [24], którzy stwierdzili zanieczyszczenie sera kwasowego z mleka surowego. Po przebadaniu 50 próbek w dwóch (4%) wykryli obecność komórek szczepu 0157:H7. W Szkocji Coia i wsp. [8] po przebadaniu 739 próbek serów z mleka surowego uznali iż 98,6% tych próbek może być zaakceptowana pod względem liczby *E. coli* (poziom poniżej 10<sup>4</sup> j.t.k./g). W badanych serach nie wykryli szczepu 0157:H7.

W serach rynkowych *Escherichia coli* mogą pochodzić zarówno z surowca (w przypadku serów z mleka surowego), jak i reinfekcji. Przeprowadzono szereg badań, które miały na celu określenie możliwości przeżycia *E. coli* w serach podczas

produkcji i przechowywania. Wyniki badań wskazują, że szczep *E. coli* 0157:H7 znajduje warunki do przeżycia zarówno w serach miękkich [16], jak i twardych [28].

Lekkas i wsp. [19] do próbek tradycyjnego sera greckiego – Galotyri, produkowanego metodą tradycyjną lub przemysłową, dodawali zawiesinę komórek *E. coli* 0157:H7, a następnie próbki te przechowywali przez 28 dni w dwóch wariantach temperatury: 4 lub 12°C. W próbkach, które otrzymano metodą przemysłową nie stwierdzili obecności *E. coli* po przechowywaniu, natomiast występowały one po przechowywaniu sera produkowanego metodą tradycyjną, bez względu na temperaturę przechowywania. W temperaturze 12°C liczba komórek była większa niż w niższej temperaturze i osiągnęła poziom do  $10^5$  j.t.k./g.

Ramsaran i wsp. [27] zbadali sery Camembert i Feta, do produkcji których użyto mleka pasteryzowanego lub surowego zaszczepionego komórkami *E. coli* 0157:H7. W serze Feta omawiane mikroorganizmy osiągnęły największą liczbę w 10 dniu przechowywania. Liczba ta była większa o 3 – 4 rzędy wielkości niż liczba początkowa. Natomiast w serze Camembert po 24 godzinach produkcji ich liczba osiągnęła poziom wyższy o około 2 rzędy wielkości. Pod koniec przechowywania w obu gatunkach serów, zarówno z mleka pasteryzowanego, jak i surowego liczba badanych mikroorganizmów była wyższa niż początkowa.

*Escherichia coli* 0157:H7 są w stanie przeżyć również w serach z serwatki [14].

**Tabela 2.** Przypadki zatruc pokarmowych wywołanych przez *E. coli* w wyniku spożycia serów

Ser	Liczba opisanych przypadków zatruc pokarmowych	Kraj	Lata
Brie, Camembert	347	USA	1971
Brie	>3000	Holandia, Dania, Szwecja	1983
Brie	45	USA	1983
ser miękki	22	Szkocja	1994
ser półmiękki	2	Anglia	1997
Gouda	13	Kanada	2002

W Tabeli 2 zestawiono dane dotyczące zatruc pokarmowych wywołanych przez *E. coli*, których nośnikiem były sery.

## SALMONELLA

Obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella* w mleku może być związana z zapaleniem wymienia, wywołanym przez te drobnoustroje, jednakże takie przypadki są stosunkowo rzadkie. Znacznie częściej przyczyną ich obecności w serach są zanieczyszczenia popasteryzacyjne. Pałeczki z rodzaju *Salmonella* występują powszechnie w przewodzie pokarmowym ssaków, ptactwa i są wydalane z kałem, mogą przedostawać się do ścieków, czy nawozów naturalnych. Ich obecność w glebie i wodzie jest dużym zagrożeniem ze względu na to, że w tych warunkach mogą przetrwać kilka miesięcy, a nawet lat. Człowiek również może być nosicielem pałeczek *Salmonella*.

*Salmonella* należą do rodziny *Enterobacteriaceae*, bakterii Gram-ujemnych i nieprzetrwalnikujących. Rozwijają się

w temperaturze 5-45°C i w środowisku o pH 4,5-9,0. Zahamowanie wzrostu następuje przy aktywności wody poniżej 0,94 oraz przy stężeniu NaCl w środowisku powyżej 9% [32].

**Tabela 3.** Przypadki salmonelloz związane ze spożyciem serów

Ser	Liczba opisanych przypadków zatruc pokarmowych	Kraj	Lata
Mozzarella	>100	Włochy	1981
Mozzarella	321(2)*	USA	1981
Cheddar	2700(1)*	Kanada	1984
ser miękki	35	Finlandia	1985
Mont d'Or	>40	Szwajcaria	1985
Mozzarella	164	USA	1989
ser miękki	42	Anglia	1989
ser z mleka kózego	273(1)*	Francja	1993
ser miękki	35	Kanada	1994
Mont d'Or	25(5)*	Francja	1995
Mont d'Or	14(1)*	Francja	1996
Cheddar	>84	Anglia, Szkocja	1996

\* – przypadki śmiertelne podano w nawiasach

*Salmonella typhi* i *Salmonella paratyphi* są czynnikami etiologicznymi duru brzuszego i durów rzekomych. Inne chorobotwórcze gatunki *Salmonella* np. *S. Typhimurium*, *S. heidelberg* i *S. dublin*, wywołują u ludzi zatrucia pokarmowe. Objawy pojawiają się w czasie od 12 do 48 godzin po spożyciu zanieczyszczonej żywności, a są to: bóle brzucha, biegunka (często z wodnistym, krwawym stolcem) oraz gorączka. Zatrucie pokarmowe wywołuje spożycie żywności zawierającej minimum  $10^5$  żywych komórek, należących do chorobotwórczych gatunków z rodzaju *Salmonella*, chociaż np. w przypadku *S. typhimurium* już bardzo niskie dawki, np. kilka komórek, mogą wywołać chorobę u osób szczególnie wrażliwych: dzieci i osób starszych [26]. W Tabeli 3 przedstawiono przypadki salmonelloz wywołanych spożyciem zanieczyszczonych serów.

Największe ognisko salmonellozy, jakie wystąpiło w Kanadzie w lecie 1984 r., objęło 2700 osób, które spożyły ser Cheddar zanieczyszczony *S. typhimurium*. W próbkach serów, które były nośnikiem patogenów wykryto do 10 komórek *Salmonella* w 100 g. Po dokładnych poszukiwaniach przyczyny zanieczyszczenia serów okazało się, że w jednym ze stad były krowy zakażone bezobjawowo, a jednocześnie doszło do uchybień w procesie obróbki cieplnej mleka i niedotrzymania temperatury pasteryzacji [26].

Z badań nad przeżywalnością *Salmonella* w czasie dojrzewania serów Cheddar wynika, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na liczbę patogenów jest pH serów. Przy pH 5,0-5,3, czyli wartości, która jest typowa i pożądana na początku dojrzewania serów, pałeczki *Salmonella* bardzo szybko wymierają, podczas gdy przy pH 5,7, które może wystąpić, gdy dojdzie do zaburzenia procesu ukwaszania gęstwy serowej np. w wyniku zakażeń fagowych, liczba tych patogenów nie zmienia się i mogą być obecne w produkcie gotowym [6].

Wykazano, że *S. typhimurium* mogą przetrwać w solance stosowanej do solenia serów nawet przez kilka tygodni pomimo niesprzyjającego pH (5,3-5,7) oraz temperatury (4 lub 13°C) [15].

Przeprowadzono wiele badań mających na celu określenie zanieczyszczenia mikrobiologicznego serów podpuszczkowych komórkami *Salmonella*. Menendez i wsp. [21] w żadnej

z próbek tradycyjnych serów półtwardych z mleka surowego nie stwierdzili obecności *Salmonella* w 1 g. Takie same wyniki uzyskano po przebadaniu 50 próbek serów miękkich z mleka surowego [2]. Stosunkowo rzadkie występowanie bakterii z rodzaju *Salmonella* w serach dojrzewających potwierdzono także w bardzo rozległych badaniach jakości mikrobiologicznej żywności na Cyprze. Wśród ponad 13 tys. próbek produktów mlecznych omawiane patogeny stwierdzono tylko w jednej próbce sera [12].

## STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Gatunek *Staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty) należy do rodziny *Micrococcaceae*. Komórki gronkowców mają kształt kulisty i tworzą nieregularne układy, wyglądem przypominające winogrona. Drobnoustroje te są obecne w przewodach strzykowych krów (są najczęstszą przyczyną mastitis), na powierzchni ciała człowieka i zwierząt. Spotyka się je również w glebie i wodzie. Ze względu na duże rozpowszechnienie, gronkowce należą do grupy patogenów najczęściej występujących w serach [1].

*Staphylococcus aureus* rośnie w temperaturze 7-48°C, przy wartościach pH 4-10. Wzrost *S. aureus* w serze jest skutecznie hamowany dopiero przy pH miększu sera poniżej 5,2 [13]. W porównaniu z innymi patogenami są bardziej odporne na niską aktywność wody (min  $a_w$ : 0,83-0,86). Rozwijają się przy 10-15% stężeniu NaCl w środowisku. Pasteryzacja mleka niszczy całkowicie gronkowce, jednakże nie inaktywuje enterotoksyn, które te patogeny wytwarzają. Enterotoksyna gronkowcowa charakteryzuje się dużą opornością na wysoką temperaturę (wytrzymuje ogrzewanie w temperaturze 100°C przez ponad 30 minut). Zatrucia pokarmowe związane z gronkowcami mają więc charakter intoksykacji. Dawka powodująca zatrucie wynosi 0,1-1 µg toksyny/kg ciała człowieka. Do wytworzenia takiej ilości toksyny konieczne jest minimum  $10^6$  j.t.k. *Staphylococcus aureus* w 1 gramie produktu spożywczego [1, 7].

Zatruciom gronkowcowym towarzyszy ból brzucha, mdłości, wymioty, biegunka, uczucie zimnego potu i zawroty głowy. W ciężkich przypadkach zatruc zaobserwowano również skurcze mięśni, gorączkę, spadek ciśnienia krwi. Objawy występują po 1 do 6 godzin od spożycia pokarmu zawierającego enterotoksynę. Zanotowano nieliczne przypadki śmiertelne wywołane spożyciem żywności zanieczyszczonej toksyną *Staphylococcus aureus*, a dotyczyły one głównie dzieci i osób starszych [1].

Stwierdzono zwiększenie liczby *Staphylococcus aureus* w czasie pierwszych godzin wyrobu serów Feta z mleka surowego. Dopiero od etapu solenia serów liczba patogenów stopniowo malała z szybkością zależną od zawartości soli, aktywności zakwasu i czasu przechowywania serów. Wykazano także, że początkowa liczba gronkowców nie wpływała na ich przeżywalność w czasie przechowywania serów [13].

De Luca i wsp. [10] przebadali 135 próbek różnych serów miękkich, półmiękkich i pleśniowych, a obecność *Staph. aureus* wykazali w 16,3%, przy czym liczba gronkowców była w zakresie od 10 do  $3,1 \times 10^5$  jtk/g. Najniższą jakością mikrobiologiczną charakteryzowały się sery Mozzarella. Wymienieni badacze stwierdzili obecność patogenów aż w 25% próbek tego gatunku sera. Z tradycyjnych tureckich serów półtwardych z mleka surowego omawiane patogeny wyizolowano

z 20% próbek, przy czym ich liczba w 8% próbek sięgała  $10^5$  jtk/g [2].

Według aktualnie obowiązujących wymagań [30] liczba *Staphylococcus aureus* w 5 próbkach sera z mleka surowego nie powinna przekraczać  $10^4$ /g, a maksymalna dopuszczalna liczba w dwóch spośród tych próbek nie może być większa niż  $10^5$  jtk/g. W razie wykrycia liczby powyżej  $10^5$  jtk/g partię sera należy badać na obecność enterotoksyn gronkowcowych.

Przy produkcji serów z mleka surowego zwraca się uwagę, na następujące czynniki, które mogą zapobiec rozwojowi patogenów w produkcji:

- Zastosowanie do wyrobu serów mleka surowego o najlepszej jakości mikrobiologicznej tj. o ogólnej liczbie drobnoustrojów poniżej  $2,0 \times 10^4$  j.t.k./ml,
- Przetrzywanie mleka przed przerobem w temperaturze poniżej 4°C,
- Stosowanie tylko aktywnych starterów serowarskich,
- Rygorystyczne przestrzeganie zasad higieny produkcji,
- Staranność i zachowanie higieny w czasie etapu dojrzewania serów (szczególnie istotne w przypadku serów pielęgnowanych „na maź”, kiedy dochodzi do znacznego wzrostu pH skórki, przy jednocześnie wysokiej zawartości wody w masie sera),
- W niektórych krajach (USA) zaleca się przetrzymanie gotowych serów przez 60 dni w temperaturze około 2°C, w celu zmniejszenia liczebności ewentualnie obecnych w produkcji patogenów,
- Zachowanie łańcucha chłodniczego w czasie dystrybucji i sprzedaży serów.

Oczywiste jest, że większość z tych zaleceń jest istotna także przy produkcji serów z mleka pasteryzowanego.

## PODSUMOWANIE

Występowanie patogenów lub ich toksyn w serach może być związane z obecnością tych drobnoustrojów w surowcu, jak również z przedostaniem się ich do produktu w czasie procesu produkcyjnego, w wyniku reinfekcji. Przeżycie drobnoustrojów chorobotwórczych w serach podpuszczkowych dojrzewających jest uzależnione od wielu, wzajemnie oddziałujących na siebie czynników. Zalicza się do nich jakość mleka serowarskiego, rodzaj i aktywność kultur starterowych użytych do produkcji, które są odpowiedzialne za obniżenie pH i wytworzenie substancji hamujących rozwój patogenów ( $H_2O_2$ , kwas octowy, aldehyd octowy, bakteriocyny), zawartość soli, miejsce występowania drobnoustrojów chorobotwórczych (wnętrze bloku sera, czy skórka), stosowane zabiegi technologiczne, a w tym czas i temperatura dogrzewania gęstwy serowej oraz warunki dojrzewania serów.

Najlepsze warunki wzrostu patogenów stwarzają miękkie sery pleśniowe, produkowane z mleka surowego. Brak obróbki cieplnej mleka serowarskiego nie usuwa tych drobnoustrojów z surowca, a duża aktywność wody w produkcji oraz wzrost pH miększu serów w czasie ich dojrzewania – wręcz sprzyja ich rozwojowi. Warto w tym miejscu nadmienić, że obecnie w Unii Europejskiej produkuje się około 900 tysięcy ton serów z mleka surowego. Bezpieczeństwo tych produktów może zapewnić tylko ściśle przestrzeganie zasad GMP i HACCP na

każdym etapie pozyskiwania i przetwórstwa mleka oraz przechowywania i dystrybucji gotowych produktów.

W ostatnich 35 latach odnotowano niespełna 40 potwierdzonych ognisk zatruc pokarmowych wywołanych spożyciem zanieczyszczonych serów w Europie Zachodniej, USA oraz Kanadzie. Biorąc pod uwagę, że w tym samym czasie wyprodukowano 240 milionów ton serów, można stwierdzić, że sery są bezpiecznymi produktami spożywczymi.

Niemniej przy zakupie i konsumpcji serów dojrzewających należy zachować ostrożność.

## LITERATURA

- [1] Asperger H., Zangerl P.: *Staphylococcus aureus*, w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 4, s.2563-2569.
- [2] Aygun O., Aslantas O., Oner S.: A survey on the microbiological quality of Carra, a traditional Turkish cheese, Journal of Food Engineering, 2005, 66, 401-404.
- [3] Aygun O., Pehlivanlar S.: *Listeria spp.* in raw milk and dairy products in Antakaya, Turkey, Food Control, 2006, 17, 676-679.
- [4] Back J., Langford S., Kroll R.: Growth of *Listeria monocytogenes* in Camembert and other soft cheeses at refrigeration temperatures, Journal of Dairy Research, 1993, 60, 421-429.
- [5] Buazzi I., Johnson M., Marth E.: Survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Swiss cheese, Journal of Dairy Science, 1992, 75(2), 380-386.
- [6] Cogan T., Beresford T.: Microbiology of hard cheese, w Dairy Microbiology Handbook pod red. Robinson R., New York, Wiley & Sons Inc., 2002, s. 515-560.
- [7] Cogan T.: Cheese, Public health aspects, w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 1, 314-320.
- [8] Coia J., Johnston Y., Steers N., Hanson M.: A survey of the prevalence of *Escherichia coli* O157 in raw meats, raw cow's milk and raw-milk cheeses in South-East Scotland, International Journal of Food Microbiology, 2001, 66, 63-69.
- [9] Colak H., Hampikyan H., Bingol E., Ulusoy B.: Prevalence of *L. monocytogenes* and *Salmonella spp.* in Tulum cheese, Food Control, 2007, 18, 576-579.
- [10] De Luca, G., Zanetti, F., Stampi, S.: *Staphylococcus aureus* in dairy products in the Bologna area, International Journal of Food Microbiology, 1997, 35, 267-270.
- [11] Desmarchelier P., Fegan N.: *Escherichia coli*, w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2003, t. 2, 948-954.
- [12] Eleftheriadou M., Varnava-Tello A., Metta-Loizidou M., Nikolaou A., Akkelidou D.: The microbiological profile of foods in the Republic of Cyprus: 1991-2000, Food Microbiology, 2002, 19, 463-471.
- [13] Erkmén O.: Behavior of *Staphylococcus aureus* in Turkish Feta cheese during manufacture and ripening, Journal of Food Protection, 1995, 58(11), 1201-1205.
- [14] Govaris A., Koidis P., Papatheodorou K.: The fate of *Escherichia coli* O157:H7 in Myzithra, Anthotyros and Manouri whey cheese during storage at 2 and 12°C, Food Microbiology, 2001, 18, 565-570.
- [15] Ingham S., Yi-Cheng S., Spangenberg D.: Survival of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7 in cheese brines, International Journal of Food Microbiology, 2000, 61, 73-79.
- [16] Kasrazadeh M., Genigeorgis C.: Potential growth and control of *Escherichia coli* O157:H7 in soft hispanic type cheese, International Journal of Food Microbiology, 1995, 25, 289-300.
- [17] Kazimierzak A., Molska I., Nowosielska R.: Jakość mikrobiologiczna serów podpuszczkowych dojrzewających, Przemysł Spożywczy, 1999, 5, 18-20.
- [18] Kovincic I., Vujcic I., Svabic-Vlahovic M., Vulic M., Gagic M., Wesley I.: Survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Trappist cheese, Journal of Food Protection, 1991, 54(6), 418-420.
- [19] Lekkas C., Kakouri A., Paleologos E., Voutsinas L., Kontominas M., Samelis J.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Galotyri cheese stored at 4 and 12°C, Food Microbiology, 2006, 23, 268-276.
- [20] Loncarevic S., Danielsson-Tham M., Tham W.: Occurrence of *Listeria monocytogenes* in soft and semi-soft cheeses in retail outlets in Sweden, International Journal of Food Microbiology, 1995, 26, 245-250.
- [21] Menéndez S., Godínez R., Conteno J., Rodríguez-Otero J.: Microbiological, chemical and biochemical characteristics of 'Tetilla' raw cows-milk cheese, Food Microbiology, 2001, 18, 151-158.
- [22] Morgan F., Bonnín V., Mallereau M., Perrin G.: Survival of *Listeria monocytogenes* during manufacture, ripening and storage of soft lactic cheese made from raw goat milk, International Journal of Food Microbiology, 2001, 64, 217-221.
- [23] Nooitgedagt A., Hartog B.: A survey of the microbiological quality of Brie and Camembert, Netherlands Milk and Dairy Journal, 1988, 42, 57-72.
- [24] Öksüz Ö., Arici M., Kurultay S., Gümüs T.: Incidence of *Escherichia coli* O157 in raw milk and white pickled cheese manufactured from raw milk in Turkey, Food Control, 2004, 15, 453-456.
- [25] Pintado C., Oliveira A., Pampulha M., Ferreira M.: Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from soft cheese, Food Microbiology, 2005, 22, 79-85.
- [26] Poppe C.: *Salmonella spp.* w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 4, 2465-2469.
- [27] Ramsaran H., Chen J., Brunke B., Hill A., Griffiths M.: Survival of Bioluminescent *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in soft cheese, Journal of Dairy Science, 1998, 81, 1810-1817.
- [28] Reitsma C., Hennig D.: Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and curing of cheddar cheese, Journal of Food Protection, 1996, 59, 460-464.

- [29] Rogga K., Samelis J., Kakouri A., Katsiari M., Savvaidis I., Kontominas M.: Survival of *Listeria monocytogenes* in Galotyri, a traditional Greek soft acid-curd cheese, stored aerobically at 4°C and 12 °C, *International Dairy Journal*, 2005, 15, 59-67.
- [30] Rozporządzenie Komisji WE nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie WE nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
- [31] Rudolf M., Scherer S.: High incidence of *Listeria monocytogenes* in European red smear cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 2001, 63, 91-98.
- [32] Ryser E.: Cheese, Public health concerns, w *Applied Dairy Microbiology* pod red. Marth E., Steele J., New York, Marcel Dekker Inc., 2001, s. 397-545.
- [33] Ryser E.: *Listeria monocytogenes*, w *Encyclopedia of Dairy Sciences* pod red. Rogiński H., Fuquancy J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 3, s. 1650-1655.
- [34] Smith J., Fratamico P.: Diarrhea – inducing *Escherichia coli*, w *Foodborne Pathogens. Microbiology and Molecular Biology*, Norfolk Caister Academic Press, 2005, s. 357-383.
- [35] Solano-Lopez C., Hernandez-Sanchez H.: Behaviour of *Listeria monocytogenes* during manufacture and ripening of Manchego and Chihuahua cheeses, *International Journal of Food Microbiology*, 2000, 62, 149-153.
- [36] Stańczak B., Szczawiński J., Pęcunek J.: Przeżywalność *Listeria monocytogenes* w serze twarogowym termizowanym, *Medycyna Weterynaryjna*, 2000, 56(4), 251-254.
- [37] Tekinsen K., Özdemir Z.: Prevalence of foodborne pathogens in Turkish Van otlu (Herb) cheese, *Food Control*, 2006, 17, 707-711.
- [38] Tornadijo M., García M., Fresno J., Carballo J.: Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simón cheese, *Food Microbiology*, 2001, 18, 499-509.
- [39] Trojanowska K.: Zatrucia pokarmowe – nowe zagrożenia, *Przemysł Spożywczy*, 1998, 6, 10-12.
- [40] Yousef A., Marth E.: Behaviour of *Listeria monocytogenes* during manufacture and storage of Colby cheese, *Journal of Food Protection*, 1988, 51(1), 12-15.

## RIPENED CHEESES AS PATHOGENS GROWTH ENVIRONMENT

### SUMMARY

*The aim of the study was to review the possibilities of growth in rennet cheeses pathogenic microorganisms, such as: Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Salmonella sp. and Staphylococcus aureus. The influence of some factors on the growth of pathogenic bacteria was analysed. The review of the literature concerning the microbiological quality of market cheeses was made. The cases of food poisonings, caused by consumption of rennet cheeses, contaminated with pathogenic bacteria were shown.*

**Key words:** *rennet cheeses, food poisonings, Listeria monocytogenes, Salmonella spp., Escherichia coli, Staphylococcus aureus.*

Dr hab. inż. Agnieszka KALETA, prof. SGGW  
Dr inż. Krzysztof GÓRNICKI  
Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## BEZPIECZNE PRZECHOWYWANIE ZIARNA – ANALIZA NAKŁADÓW ENERGETYCZNYCH®

*W artykule przedstawiono analizę nakładów energetycznych podczas przechowywania ziarna. Analizowano zarówno suszenie wysokotemperaturowe, jak i aktywne wietrzenie ziarna. W pracy podano sposoby wyznaczania zużycia energii podczas przechowywania ziarna. Badania przechowywania ziarna prowadzi się od wielu lat, lecz w dalszym ciągu brakuje wytycznych, jakie zabiegi pielęgnacyjne są korzystne dla konkretnych parametrów ziarna i powietrza atmosferycznego.*

**Słowa kluczowe:** bezpieczne przechowywanie, nakłady energetyczne, ziarno zbóż.

### WPROWADZENIE

Powszechnie wykorzystywany zbiór ziarna zbóż za pomocą kombajnu umożliwia opóźnienie żniw i zebranie ziarna dojrzałego i suchego, bez ponoszenia większych strat spowodowanych osypywaniem się ziarna. W rzeczywistości średnia wilgotność tak zebranego ziarna może być jednak dużo większa, a w niektórych partiach, bezpośrednio po zbiorze, wilgotność pojedynczych niedojrzałych ziarniaków może wynosić nawet powyżej 30 %. Ta nierównomierność wilgotności poszczególnych ziarniaków może stać się przyczyną procesów samozagrzewania nawet wtedy, gdy ziarno zbóż jest uznawane za suche. Uważa się, iż najmniejsze straty są ponoszone wtedy, gdy ziarno zbóż podczas zbioru ma wilgotność nie większą niż 18% [13].

Ziarno zebrane kombajnem zbożowym ma stosunkowo wysoką temperaturę, często powyżej 30 °C, oraz jest zanieczyszczone zielonymi częściami roślin, słomy i nasionami chwastów, charakteryzującymi się wyższą wilgotnością od samego ziarna.

Podczas przechowywania w ziarnie zbóż przebiegają procesy związane z przemianą materii, których intensywność zależy od wilgotności i temperatury. Prowadzi to do ubytku masy ziarna, rozwoju drobnoustrojów, bakterii i pleśni oraz zmniejszenia siły kiełkowania.

Obniżenie temperatury i wilgotności ziarna wstrzymuje dalsze procesy niszczące jego wartość użytkową, ale straty ilościowe i jakościowe powstałe podczas zagrzewania są już nieodwracalne.

Ziarno może być przechowywane w silosach metalowych z promieniowym i pionowym przepływem powietrza. Są to zbiorniki w kształcie walca lub wieloboku, o wysokości większej od średnicy lub innego wymiaru liniowego, charakteryzującego wielkość podstawy. Zboże jest składowane również w magazynach płaskich.

Procesami stosowanymi w celu ograniczenia strat ziarna podczas jego przechowywania są suszenie i aktywne wietrzenie ziarna. Oba procesy wymagają nakładów energetycznych. Szczególnie proces suszenia, ze względu na wysoką wartość ciepła parowania wody i stosunkowo niską sprawność energetyczną suszarek, jest bardzo energochłonny. O skali problemu świadczy przykład podany w pracy [14]. Otóż szacuje się, że w latach 1980-1981 na świecie wyprodukowano 727

milionów ton ziarna. Oceniając, że wilgotność w zebranych zbiorach wynosiła 20-30 %, a w zbożu przechowywanym 10-13 %, z tych zbiorów należało usunąć 92 miliony ton wody.

**Celem pracy jest analiza nakładów energetycznych przechowywania ziarna. Analiza ta może pokazać, że precyzyjnie określone optymalne parametry procesu przechowywania ziarna wymagają sformułowania odpowiedniego matematycznego modelu, który ujmuje możliwie wiele aspektów przebiegu procesu usuwania wilgoci z ziarna. Z literatury przedmiotu [2, 5, 8, 16] wynika, że dotychczas taki wszechstronny model nie został opracowany.**

### CZAS BEZPIECZNEGO PRZECHOWYWANIA ZIARNA

Czas bezpiecznego przechowywania ziarna, tzn. czas, w którym rozwój niepożądanych procesów nie wywołuje istotnych zmian w jakości ziarna, jest określany na podstawie wilgotności i temperatury ziarna oraz powietrza w przestrzeniach międzyziarnowych. Podstawowymi kryteriami ustalenia długości tego okresu są:

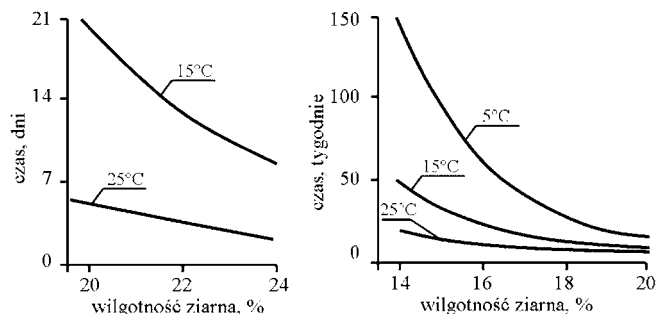
- wydzielanie dwutlenku węgla i związany z tym ubytek suchej masy ziarna,
- rozwój pleśni i mikroorganizmów,
- zdolność kiełkowania.

Zależności czasu bezpiecznego przechowywania ziarna są przedstawiane w postaci tabel, wykresów lub formuł empirycznych [4, 13].

Z badań wynika, że najbardziej rygorystycznym i bezpiecznym dla ziarna zbóż jest kryterium uwzględniające rozwój pleśni i mikroorganizmów [13]. Najgroźniejszym czynnikiem pogarszającym jakość przechowywanego ziarna jest bowiem rozwój grzybów mikroskopowych, zwanych potocznie pleśniami.

W masie zbożowej oprócz ziarna znajduje się duża ilość szkodliwych organizmów, do których należą liczne gatunki mikroflory oraz mikro- i makrofauny. Mikroflora ta składa się głównie z bakterii, promieniowców, grzybów m.in. drożdży, przy czym najliczniejszą grupę stanowią organizmy saprofityczne reprezentowane przez wiele rodzajów grzybów (np. z grupy *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*). Produktami metabolizmu komórkowego grzybów są toksyczne dla ludzi i zwierząt substancje chemiczne – miktotoksyny (np. aflatoksyny, ochratoksyny, trichoteceny, zearalenon), które przemieszczają się w głąb ziarna i kumulują się w nim. Stosowane

procesy przetwarzania porażonego ziarna, jak mielenie czy wypiek, zmniejszają jedynie nieznacznie zagrożenie w przypadku ich spożycia [4]. Rozwój mikroorganizmów przebiega intensywniej przy wyższej temperaturze i wilgotności ziarna, co ilustrują badania przedstawione w pracach [1, 6, 12, 13].



**Rys. 1.** Czas bezpiecznego przechowywania ziarna zbóż w zależności od temperatury i wilgotności ziarna [13].

Na rysunku 1 przedstawiono wykres czasu bezpiecznego przechowywania ziarna zbóż dla powyższego kryterium. Widać, że czas ten jest silnie uzależniony od temperatury i wilgotności ziarna. Ziarno o wilgotności 14% i temperaturze 15°C można bezpiecznie przechowywać rok, a o wilgotności 24% i temperaturze 15°C tylko około 9 dni. Natomiast ziarno mające wilgotność 24% i temperaturę 25°C zaledwie kilkadziesiąt godzin. Określenie czasu bezpiecznego przechowywania ziarna zbóż stwarza problem, gdyż w czasie przechowywania ziarna zmienia się jego temperatura i/lub wilgotność, a czas ten podawany w tabelach i wykresach dostępnych w literaturze dotyczy stałych wartości temperatury i wilgotności ziarna.

## WYZNACZANIE ZUŻYCIA ENERGII PODCZAS PRZECHOWYWANIA ZIARNA

Energię zużywaną podczas suszenia ziarna zbóż można podzielić na dwie grupy. Jest to energia zużywana na przedmuchiwanie warstwy ziarna i na podgrzewanie suszącego powietrza.

Wskaźnik zużycia energii na przedmuchiwanie warstwy ziarna powietrzem jest określany w jednostkach energii na jeden kilogram usuniętej wody [4, 9]:

$$q_w = \frac{(1 + u_0) N_s \cdot 10^{-3} \tau}{M_z (u_0 - u_k) \eta_s \eta_n}, \text{ kJ/kg H}_2\text{O} \quad (1)$$

gdzie:  $u_0$  – początkowa zawartość wody w ziarnie, kg H<sub>2</sub>O/kg s.s.;  
 $N_s$  – moc silnika napędzającego wentylator, W;  
 $\tau$  – czas, s;  
 $M_z$  – początkowa masa ziarna, kg;  
 $u_k$  – końcowa zawartość wody w ziarnie, kg H<sub>2</sub>O/kg s.s.;  
 $\eta_s$  – sprawność silnika, -;  
 $\eta_n$  – współczynnik niedopasowania silnika do wentylatora, -.

Wskaźnik zużycia energii cieplnej na podgrzewanie suszącego powietrza określa się w jednostkach energii na jeden

kilogram odparowanej podczas suszenia wody [4, 10]:

$$q_p = \frac{(1 + u_0)(c_p + c_v x_{ot}) \rho_p V_w (t_{po} - t_{pot}) \tau}{M_z (u_0 - u_k) \eta_p \eta_s}, \text{ kJ/kg H}_2\text{O} \quad (2)$$

gdzie:  $c_p$  – ciepło właściwe powietrza, kJ/kg;  
 $c_v$  – ciepło właściwe pary wodnej, kJ/kg;  
 $x_{ot}$  – zawartość wody w powietrzu wchodzącym do warstwy ziarna, kg H<sub>2</sub>O/kg s.p.;  
 $\rho_p$  – gęstość powietrza, kg/m<sup>3</sup>;  
 $V_w$  – wydatek wentylatora, m<sup>3</sup>;  
 $t_{po}$  – temperatura powietrza na wlocie do silosu, °C;  
 $t_{pot}$  – temperatura powietrza atmosferycznego (otoczenia), °C;  
 $\eta_p$  – sprawność podgrzewacza, -;  
 $\eta_s$  – sprawność suszarki, -.

Wyprowadzenie wzorów (1) i (2), schematy instalacji oraz metodyka prowadzenia badań zużycia energii podczas suszenia ziarna zbóż są opisane szczegółowo w pracach [4, 9, 10]. Na podstawie literatury przedmiotu do obliczeń można przyjmując następujące wartości liczbowe:  $\eta_s=0,85$ ,  $\eta_n=0,8$ ,  $\eta_p=0,45$  [10, 11, 15].

## ZUŻYCIE ENERGII NA USUWANIE WILGOCI Z ZIARNA

Ziarno zbóż bezpośrednio po zbiorze powinno być oczyszczone z zielonych i wilgotnych części roślin. Udział zanieczyszczeń powinien być mniejszy niż 5%. Nakłady energetyczne na oczyszczanie ziarna są nieporównywalnie mniejsze niż na późniejsze zmniejszanie wilgotności ziarna.

Aktywna wentylacja wymaga, by przez warstwę ziarna przepływało powietrze o odpowiednich parametrach. Należy znać temperaturę i wilgotność względną powietrza oraz temperaturę i wilgotność ziarna, do którego to powietrze jest wdmuchiwane. Dane te można zmierzyć przyrządami pomiarowymi. W trakcie przewietrzania parametry wdmuchiwanego powietrza mogą się jednak zmieniać. Tak więc nie zawsze wystarcza jeden pomiar przed włączeniem wentylatora. Aby przewietrzanie było bezpieczne należy stosować urządzenie pomiarowo-kontrolne, które w sposób automatyczny, gdy wystąpi niebezpieczeństwo nawilżania ziarna, wyłączy wentylator. Zastosowanie takiego urządzenia umożliwi również automatyczne załączanie wentylatora, gdy parametry powietrza są odpowiednie. Zgodnie z normą ISO 34/4/2 N 125 dla ziarna o wilgotności mniejszej niż 15% zaleca się wietrzyć 20 m<sup>3</sup>/(h·t) powietrza na każdą tonę ziarna. W przypadku nieodpowiednich warunków atmosferycznych podgrzewa się powietrze o kilka stopni, aby obniżyć jego wilgotność względną. Podgrzanie powietrza pociąga za sobą kolejne nakłady energetyczne, jednak może to być jedynym sposobem na bezpieczne przechowanie ziarna. Aktywna wentylacja, przy dość niskich nakładach energetycznych jest metodą dość czasochłonną, zależną w dużej mierze od warunków pogodowych. Jest to ciągły wyścig z rozwojem pleśni. Ciągłe podgrzewanie powietrza byłoby zabiegiem dość kosztownym, nie zawsze dającym dobry efekt. Przewietrzanie podgrzaniem powietrzem warstwy ziarna o grubości ponad 2 m może prowadzić do niebezpiecznego wzrostu temperatury tych warstw ziarna, do których strefa suszenia dociera najpóźniej i przyspieszenia rozwoju mikroorganizmów, co prowadzi do zepsucia ziarna.



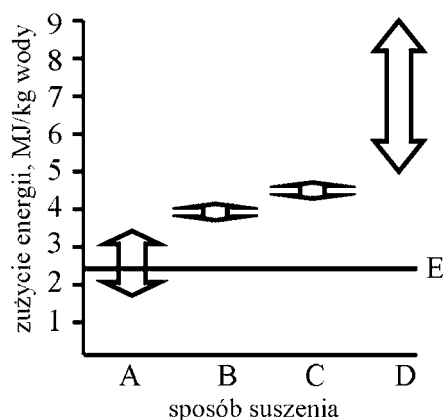
Wspomniany układ pomiarowo-kontrolny może dodatkowo, przy określonych warunkach pogodowych, gdy istnieje niebezpieczeństwo zepsucia ziarna, włączyć podgrzewacz.

Ziarno zbóż, które charakteryzuje się wysoką wilgotnością, należy suszyć bezpośrednio w suszarkach. Suszenie pociąga więc za sobą transport ziarna do urządzenia suszącego, a następnie po wysuszeniu ponowny transport do miejsca składowania. Suszenie wysokotemperaturowe jest metodą szybkiego pozbywania się wilgoci z ziarna, jednak jest to metoda bardzo energochłonna.

Aby ograniczyć zużycie energii na odparowanie wilgoci z ziarna stosuje się suszenie dwuetapowe. Polega ono na suszeniu ziarna do wilgotności o 2-3 % większej niż wilgotność docelowa, po czym umieszcza się je w silosach, gdzie leżakuje. Drugi etap suszenia i chłodzenia ziarna przez wentylację rozpoczyna się z kilkugodzinnym opóźnieniem. W tym czasie wilgoć przemieszcza się ze środka poszczególnych ziaren do warstw zewnętrznych. Oszczędność energii dochodząca nawet 25 % wynika z tego, iż ciepłe jeszcze ziarno podgrzewa wdmuchiwanie powietrze ułatwiając w ten sposób odparowanie wody.

Zużycie energii w suszarkach pracujących w przepływie mieszanym (np. w suszarkach daszkowych) jest niższe w porównaniu z innym rodzajem suszarek wysokotemperaturowych. Spowodowane jest to faktem, iż w tych suszarkach można podgrzewać powietrze do wyższych temperatur, a więc zmniejszyć dawkę powietrza (konstrukcja suszarki zapewnia dodatkowo mniejsze opory pneumatyczne co powoduje zmniejszenie energii na przedmuchiwanie warstwy ziarna), przez co mniej ciepła jest tracone wraz z powietrzem wyłotowym.

Często wykorzystywanym sposobem zmniejszenia nakładów energetycznych na suszenie jest recyrkulacja ciepłego powietrza opuszczającego suszarkę i skierowanie go do podgrzewacza.



**Rys. 2.** Zużycie energii na odparowanie 1 kg wody z masy ziarna różnymi metodami; A – suszenie niskotemperaturowe nienagrzanym powietrzem (różne warunki pogodowe); B – suszenie niskotemperaturowe w silosach z radialnym (promieniowym) przepływem powietrza; C – suszenie wysokotemperaturowe w suszarkach daszkowych; D – suszenie wysokotemperaturowe w suszarkach o przepływie skrzyżowanym powietrza (różne typy suszarek); E – ciepło parowania wody (dla porównania) [7].

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych zużycia energii na odparowanie różnymi metodami 1 kg wody z masy ziarna zbóż. Na wykresie tym jest również zaznaczona wartość ciepła parowania wody. Widać, że najmniejsze zużycie energii występuje przy suszeniu niskotemperaturowym – aktywnym wietrzeniu. Energia zużywana na odparowanie wody może być nawet mniejsza niż wartość ciepła parowania wody. Spowodowane jest to wykorzystaniem darmowego potencjału suszącego powietrza otoczenia. Zakres zużycia energii jest dość szeroki, gdyż warunki pogodowe nie zawsze są korzystne dla przeprowadzania aktywnego wietrzenia. Większe zużycie energii występuje przy suszeniu niskotemperaturowym, niewiele większe w suszarkach daszkowych. Największe zużycie energii występuje przy suszeniu wysokotemperaturowym. W zależności od rodzaju suszarek zużycie energii w tej grupie może być nawet dwukrotnie większe.

## PODSUMOWANIE

Wskaźniki zużycia energii zależą nie tylko od ilości zużytej energii, a więc od sposobu prowadzenia procesu, ale i od zastosowanego oprzyrządowania. O ile wentylator jest zasilany energią elektryczną, o tyle podgrzewacz może zużywać paliwo stałe (węgiel), ciekłe (olej opałowy), gazowe (gaz ziemny, propan-butan) lub energię elektryczną. Ceny paliw, energii elektrycznej i ziarna, jak i ich wzajemne relacje ciągle zmieniają się. Zmianie ulegają więc, dla tych cen, warunki prowadzenia suszenia ziarna.

Suszenie wysokotemperaturowe pozwala na szybkie pozbycie się wilgoci z ziarna, ale jest to jednak metoda bardzo energochłonna. Z kolei metody wymagające mniejszych nakładów energetycznych są ograniczone parametrami powietrza otoczenia. Niewłaściwe stosowanie aktywnej wentylacji może doprowadzić do nawilżenia ziarna. Dlatego też, mimo że badania w tym zakresie prowadzi się od wielu lat, w dalszym ciągu brakuje wytycznych, jakie zabiegi pielęgnacyjne jest korzystnie stosować dla konkretnych parametrów ziarna zbóż i powietrza atmosferycznego. Odpowiedź na to pytanie można uzyskać stosując bardzo dużo czasochłonnych i kosztownych badań eksperymentalnych lub prowadząc eksperymenty symulacyjne, co jest możliwe gdy dysponuje się odpowiednim matematycznym modelem, który ujmuje możliwe wiele aspektów przebiegu procesu usuwania wilgoci z ziarna. Z literatury przedmiotu wynika, że dotychczas taki wszechstronny model nie został opracowany.

## LITERATURA

- [1] Bailey P.H., Smith E.A.: Strategies for control of near - ambient grain driers – simulation using 1968 Turnhouse (Edinburgh) weather, Dept. Note SIN/330, Scot. Inst. Agric. Enging., Penicuik, 1982.
- [2] Cenkowski S., Jayas D.S., Pabis S.: Deep-bed grain drying – a review of particular theories, Drying Technology, 1993, 11(7), s. 1553-1581.
- [3] Feder S., Pawlicki T., Kaźmierczak H., Górecki M.: Kierunki rozwoju suszarń ziarnowych, Część I. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1994, 2, s. 6-8.
- [4] Kaleta A.: Modelowanie procesu konwekcyjnego suszenia ziarna w silosach. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 1996.

- [5] Khatchatourian O.A., de Oliveira F.A.: Mathematical modelling of airflow and thermal state in large aerated grain storage, *Biosystems Engineering*, 2006, 95(2), s. 159-169.
- [6] Kreyger J.: *Drying and storing grains, seeds and pulses in temperate climates*, Bulletin 205. Institute for Storage and Processing of Agricultural Products, Wageningen, The Netherlands, 1972.
- [7] Mc Lean K.A.: *Drying and storing combinable crops*, Farming Press, UK, 1989.
- [8] Navarro S., Noyes R.T.: *The mechanics and physics of modern grain aeration management*, CRC Press LLC, USA, 2002.
- [9] Pabis S.: Badanie nad suszeniem ziarna w warstwie metodą przedmuchiwania nieogrzanyim powietrzem, *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1954, 66-C-4, s. 61-103.
- [10] Pabis S., Pabis J.: *Technologia suszenia i czyszczenia nasion*, Wyd. II. PWRiL, Warszawa, 1984.
- [11] Ryniecki A.: *Drying and cooling grain in bulk*, Handbook, Questions and answers, Part I. Mr INFO, Poznań, 2006.
- [12] Ryniecki A.: *Zastosowanie modelowania i symulacji komputerowej w analizie sterowanego niskotemperaturowego procesu suszenia ziarna pszenicy*, Praca doktorska, Akademia Rolnicza, Poznań, 1985.
- [13] Ryniecki A., Szymański P. (red.): *Dobrze przechowane zboże, Jak suszyć, chłodzić, przewietrzać, czyścić, przechowywać i dobrze sprzedać ziarno zbóż, nasiona rzepaku i innych roślin*, Poradnik, Pytania i odpowiedzi, Wydanie III. Mr INFO Towarzystwo Umiejętności Rolniczych, Poznań, 2006.
- [14] Strumiłło C., Adamiec J.: Energetyczno – jakościowe aspekty suszenia materiałów spożywczych, VIII Sympozjum Suszarnictwa, Warszawa, 20-22 czerwca 1994, Materiały konferencyjne, tom I, s. 52-73.
- [15] Wojdalski J., Domagała A., Kaleta A., Janus P.: *Energia i jej użytkowanie w przemyśle rolno-spożywczym*, Wyd. SGGW, Warszawa, 1998.
- [16] Zare D., Minaei S., Mohamad Zadeh M., Khoshtaghaza M.H.: Computer simulation of rough rice drying in a batch dryer, *Energy Conversion and Management*, 2006, 47, s. 3241-3254.

## SAFE GRAIN STORAGE - ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION

### SUMMARY

*The method of drying at high temperature allows fast removing of water from grain, but requires a large energy expenditure. Other less energy-consuming methods are limited by parameters of environmental air. Despite of many studies, there are not precised suggestions concerning treating of grain of given temperature and moisture by the air of given temperature and humidity. Solution of this problem requires either experimental studies, which are time-consuming and costly or simulation experiments, which are possible when adequate mathematical model of process of moisture removing from grain is known.*

**Key words:** safe storage, energy consumption, grain.

Dr hab. inż. Janusz WOJDALSKI<sup>1</sup> – prof. nadzw. SGGW  
Dr inż. Bogdan DRÓZDŹ  
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji,  
Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## EKOEFEKTYWNOŚĆ PRZEMYSŁU MLECZARSKIEGO®

*W artykule przedstawiono syntezę dostępnych danych związanych z efektywnością i wdrażaniem zasad czystszej produkcji w przemyśle mleczarskim. Przedstawiony materiał może być przydatny do określania zapotrzebowania nośników energii i wody oraz standardów środowiskowych w zakładach tej branży.*

**Słowa kluczowe:** produkcja mleczarska, efektywność, energia, woda, czystsza produkcja.

### WPROWADZENIE

Czystsza produkcja jest strategią dążenia do zrównoważonego rozwoju [6]. Obejmuje ona następujące kierunki działań:

- zapobiegawcze – tj. „działanie u źródła” (przed rozpoczęciem procesu produkcyjnego występuje ocena potrzeby wytwarzania produktu i jego funkcji, projektowania oraz technologii i realizacji procesu technologicznego);
- ciągłe – nie będące jednorazowym zdarzeniem (akcją) i wymagające powtarzania dla usuwania usterek i poprawy;
- zintegrowane czyli obejmujące poszczególne elementy środowiska naturalnego;
- skierowane zarówno do procesów i operacji jednostkowych jak i wytwarzanych produktów.

Dla oceny podjętych działań produkcyjnych stosuje się mierniki efektywności. Efektywność jest to osiąganie wysokich standardów środowiskowych wyrażających niski lub zmniejszający się wpływ działalności zakładu produkcyjnego na środowisko. Wysoka efektywność jest osiągana m. in. dzięki zmniejszeniu zużycia zasobów naturalnych (głównie paliw), emisji substancji zanieczyszczających środowisko oraz wytwarzanych odpadów. Korzyści efektywnego zakładu to np. zmniejszanie wydatków ponoszonych na zakup nośników energii i wywóz odpadów (zwiększenie dochodowości firmy), wzrost konkurencyjności oraz poprawa wizerunku przedsiębiorstwa. Efektywność może być mierzona za pomocą wskaźników efektywności, którymi mogą być przykładowo: masa odprowadzanych odpadów na jednostkę przerobionego mleka, łączne zużycie energii na jednostkę przerobionego mleka, stosunek emisji dwutlenku węgla do przychodów ze sprzedaży produktów mleczarskich.

Istniejące dokumenty [1, 10, 22] są skierowane do organów administracji publicznej zajmujących się wydawaniem pozwoleń zintegrowanych oraz do zakładów mleczarskich posiadających instalacje objęte obowiązkiem uzyskania takiego pozwolenia. Przytoczone materiały źródłowe nie wyczerpują obszernej problematyki efektywności, a w niektórych miejscach zawierają istotne luki, gdyż zakłady mleczarskie różnią się między sobą pod względem struktury przerobu surowca. Należy zaznaczyć, że omawianą problematyką

zajmuje się wiele ośrodków naukowo-badawczych na świecie publikujących materiały o różnej szczegółowości. W jednym z przykładowych opracowań [13] przytoczono materiały porównawcze związane z gospodarką wodno-ściekową uwzględniającą zróżnicowaną strukturę produkcji. Do tej problematyki nawiązuje również inne opracowanie [9], którego autorzy przedstawiają możliwości neutralizacji osadów ściekowych, co istotnie wpływa na poprawę efektywności zakładów mleczarskich.

Zagadnienia energochłonności produkcji mleczarskiej są poruszane w wielu publikacjach krajowych i zagranicznych [2, 7, 11, 12], dostarczając wyników analiz ekonomicznych przydatnych w praktyce przemysłowej.

Przyjmując podstawy metodyczne zawarte w pracach [16, 17, 20, 21] wyodrębniono zbiór wskaźników mogących mieć zastosowanie do oceny efektywności zakładów przemysłu mleczarskiego. Zakres oceny może być zwiększany w zależności od ilości wyników zebranych w warunkach funkcjonowania zakładów.

**Celem niniejszego opracowania jest synteza dostępnych danych literaturowych dotyczących szeroko ujętej efektywności z uwzględnieniem wyników zawartych w pracach autorów, jak również znajdujących się w materiałach Międzynarodowych Konferencji pt. „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim” oraz innych źródłach. Zamierzeniem autorów jest przedstawienie wartości liczbowych, które mogą posłużyć zakładom mleczarskim do porównań lub weryfikacji danych uzyskiwanych w praktyce produkcyjnej.**

### ANALIZA WYNIKÓW

W tabeli 1 zestawiono 18 wskaźników mogących mieć zastosowanie w ocenie efektywności produkcji mleczarskiej, obejmujących cały zakład produkcyjny. Przytoczone wartości liczbowe dotyczą zróżnicowanej liczby badanych zakładów produkcyjnych. Najbardziej przydatne do oceny efektywności są dane pochodzące z dużej liczby zakładów uwzględnione przykładowo w pracach [4, 14, 15, 21]. Wskaźnikiem o największym znaczeniu jest energochłonność przetwórstwa mleka. W grupie opracowań polskich autorów najwięcej szczegółów dotyczących wpływu różnych czynników technicznych, technologicznych i organizacyjno-produkcyjnych na zużycie energii i wody dostarczają prace [4, 14, 15].

Jedno ze specjalistycznych opracowań [21] wymienia jednostkowe zużycie energii uśrednione dla całej branży mleczarskiej, podając duży zakres zmienności. Z kolei w pracy [4]

<sup>1</sup> Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne „Energia i środowisko w mleczarstwie” w Olsztynie

i materiałach źródłowych są wymienione cztery grupy zakładów mleczarskich różniących się strukturą przerobu mleka z uwzględnieniem pory roku. Największą jednostkową energochłonnością charakteryzują się zakłady z proszkownią mleka. Stosując procedurę regresji krokowej wyjaśniono zmienność wskaźnika jednostkowego zużycia energii elektrycznej w poszczególnych typach zakładów w zakresie od 84 do 97%.

W warunkach polskich jednostkowe zużycie energii cieplnej w zakładach mleczarskich z proszkownią mleka jest około 2-krotnie wyższe w porównaniu z zakładami posiadającymi wyłącznie „dział miejski” (produkcja mleka spożywczego, napojów i twarogów). Zmienność tego wskaźnika w największym stopniu była wyjaśniona w zakładach bez „działu miejskiego” i wynosiła 91,4%. Interesujących wyników badań w tym zakresie dostarcza praca [1] dowodząc celowości wprowadzania regeneracji ciepła i wykorzystywania wody gorącej jako nośnika energii, co może sprzyjać ok. 2-3-krotnemu zmniejszeniu jednostkowego zużycia ciepła dzięki wyeliminowaniu jednego etapu przemian energii w zakładzie produkcyjnym. Opis matematyczny tych przemian zawarto w publikacji [17].

Najwięcej informacji dotyczących poziomu energochłonności wnoszą wskaźniki łącznego zużycia energii i jednostkowego zużycia paliwa umownego. Zawarte są one w publikacjach [4, 17, 19]. Prezentują zużycie energii w zakładzie produkcyjnym jak również sprawność przemian i przesyłania energii elektrycznej. Zużycie paliwa umownego jest uniwersalną miarą energochłonności produkcji do porównania zakładów stosujących różne rodzaje paliw.

Druga grupa wskaźników jest związana z gospodarką wodno-ściekową zakładów mleczarskich. Wskaźniki jed-

nostkowego zużycia wody także wykazują zróżnicowanie w zależności od typu zakładu. Największe wskaźniki zużycia wody występują w zakładach z proszkownią mleka, w których stopień wyjaśnienia i zmienności osiągnął 77%. Szczegółowe wyniki badań w tym zakresie zawierają prace [14, 15]. Użytkowanie wody jest każdorazowo uwzględniane przy analizie warunków wdrażania czystszej produkcji, co podkreślają prace [3, 8, 10].

BZT<sub>5</sub> jest rutynowym oznaczeniem niezbędnym do określania ładunku zanieczyszczeń w ściekach. Dane liczbowe na ten temat są publikowane wielokrotnie np. w pracach [1, 3, 9, 13]. Autorzy publikacji [5] przedstawili oryginalne wyniki badań nad energochłonnością oczyszczania ścieków mleczarskich. Wykazali, że w badanej oczyszczalni ok. 80% energii było zużywane na jej utrzymanie w ruchu, niezależnie od występującego strumienia ścieków.

Ponadto wykazali, że 2-krotnemu zwiększeniu ładunku zanieczyszczeń w ściekach odpowiadało ok. 1,6 – krotne zmniejszenie wskaźnika zużycia energii wyrażonego w kWh/kg BZT<sub>5</sub> i około 1,4 – krotne zmniejszenie wskaźnika wyrażonego w kWh/m<sup>3</sup> ścieków. W badanej oczyszczalni udział energii elektrycznej na oczyszczanie ścieków w bilansie tej energii zużywanej w całym zakładzie zawierał się w granicach od 13,6 do 17,3%. Analiza takich czynników, jak: ChZT, zawiesina w ściekach, emisja gazów i pyłów powstających przy spalaniu paliw oraz odprowadzanie odpadów są zawarte zwłaszcza w pracy [21]. Z badań autorów [18] zaczerpnięto przykładowe wyniki emisji zanieczyszczeń stałych i gazowych do atmosfery, które można uznać za weryfikację danych literaturowych.

**Tabela 1.** Zestawienie wybranych wskaźników i czynników stosowanych do oceny efektywności zakładów przemysłu mleczarskiego

Analizowane wskaźniki i czynniki stosowane do oceny	Wymiar	Średnia wartość liczbowa	Zakres		Źródło
			Wartości minimalne	Wartości maksymalne	
Jednostkowe zużycie energii elektrycznej	kWh/m <sup>3</sup> mleka surowego	90	10	680	[21]
	kWh/m <sup>3</sup> mleka (z proszkownią mleka)	41,7 i 50,7*	-	-	[4]
	kWh/m <sup>3</sup> mleka (bez proszkowni mleka)	39,5 i 39,9*	-	-	
	kWh/m <sup>3</sup> mleka (bez działu miejskiego)	37,9 i 42,8*	-	-	
	kWh/m <sup>3</sup> mleka (wyłącznie z działem miejskim)	32,1 i 30,7*	-	-	
Jednostkowe zużycie energii cieplnej	GJ/m <sup>3</sup> mleka surowego	2,01	0,12	14	[21]
	GJ/m <sup>3</sup> przerabianego mleka (z proszkownią mleka)	2,86	-	-	[4]
	GJ/m <sup>3</sup> przerabianego mleka (bez proszkowni mleka)	1,91	-	-	
	GJ/m <sup>3</sup> przerabianego mleka (bez działu miejskiego)	2,23	-	-	
	GJ/m <sup>3</sup> przerabianego mleka (wyłącznie z działem miejskim)	1,42	-	-	
	GJ/Mg przerabianego mleka (nowoczesne zakłady z regeneracją ciepła)	0,34	-	-	[1]
	GJ/Mg przerabianego mleka (nowoczesne zakłady wykorzystujące gorącą wodę jako nośnik energii)	0,50	-	-	

	GJ/Mg przerabianego mleka (starsze zakłady wykorzystujące parę wodną jako nośnik energii)	2,00	-	-	
Jednostkowe zużycie węgla	Mg/m <sup>3</sup> mleka surowego	0,13	0,02	1,21	[21]
Łączne jednostkowe zużycie energii	GJ/1000 l przerobionego mleka	3,04**	1,93**	4,19**	[18]
	GJ/1000 l przerobionego mleka	2,46***	1,40***	3,55***	
Jednostkowe zużycie paliwa umownego (p.u.)	kg p.u./1000 l przerobionego mleka	104**	66**	143**	[18]
	kg p.u./1000 l przerobionego mleka	84***	48***	121***	
Jednostkowe zużycie wody	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> przerabianego mleka (z proszkownią mleka)	6,53	-	-	[15]
	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> przerabianego mleka (bez proszkowni mleka)	5,99	-	-	
	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> przerabianego mleka (bez działu miejskiego)	5,04	-	-	
	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> przerabianego mleka (wyłącznie z działem miejskim)	5,12	-	-	
	l/kg produktu	-	2,21	9,44	[1]
BZT <sub>5</sub>	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	1,25	0,01	6,76	[21]
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ścieków (przed oczyszczeniem)	836	100	2406	
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ścieków (po oczyszczeniu)	251	6	1150	
Energochłonność oczyszczania ścieków	kWh/kg BZT <sub>5</sub>	-	0,89	3,22	[5]
	kWh/m <sup>3</sup> ścieków	-	1,94	6,32	
ChZT	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	2,19	0,1	13,3	[21]
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> (przed oczyszczeniem)	1338	38	3560	
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> (po oczyszczeniu)	406	24	1850	
Zawartość zawiesin	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	0,82	0,02	6,21	[21]
	mg/dm <sup>3</sup> (przed oczyszczeniem)	300	72	802	
	mg/dm <sup>3</sup> (po oczyszczeniu)	113	14,6	541	
Emisja SO <sub>2</sub>	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	1,65	0,05	22,4	[21]
	kg/Mg węgla	11,3	3,94	25,2	
	kg/1000 l. przerabianego mleka	0,83	-	-	
Emisja NO <sub>x</sub>	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	0,49	0,03	6,4	[21]
	kg/Mg węgla	2,65	0,52	8,98	
	kg/1000 l. przerabianego mleka	0,60	-	-	
Emisja CO	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	1,97	0,01	9,23	[21]
	kg/Mg węgla	22,1	0,67	76,6	
	kg/1000 l. przerabianego mleka	1,25	-	-	
Emisja pyłów	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	1,3	0,01	14,4	[21]
	kg/Mg węgla	10,9	1,2	199	
	kg/1000 l. przerabianego mleka	1,15	-	-	
Osady ściekowe	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	5,8	0,03	38,7	[21]
Popioły węglowe	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	19	0,01	193	[21]
	kg/1000 l. przerabianego mleka	0,04	-	-	[18]
Odpady organiczne	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	256	0,51	734	[21]
	kg/1000 l. przerabianego mleka	0,91	-	-	[18]
Odpady opakowaniowe	kg/m <sup>3</sup> mleka surowego	0,48	0,02	1,2	[21]

\* – w zależności od pory roku (odpowiednio – lato – zima);

\*\* – uwzględniają zużycie energii cieplnej i energii elektrycznej przeliczone na energię pierwotną przyjmując 1 kWh = 3,6 MJ/0,3 (współczynnik 0,3 oznacza sprawność przemian energii i jej transportu);

\*\*\* – uwzględniają zużycie energii cieplnej i energii elektrycznej przeliczone na energię pierwotną przyjmując 1 kWh = 3,6 MJ.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione wskaźniki i czynniki stosowane do oceny efektywności mogą mieć znaczenie w praktyce inżynierskiej i bieżącej eksploatacji zakładów mleczarskich. Są one ściśle związane z wdrażaniem zasad czystszej produkcji. Praca nie wyczerpuje obszernego zagadnienia związanego z od-

działaniem zakładów branży mleczarskiej na środowisko oraz audytami ekologicznymi, stanowiąc tylko podstawę do opracowania metody analizy efektywności uwzględniającej przykładowo punktową ocenę znaczenia rozpatrywanych czynników. Lista wskaźników i kryteriów oceny zawarta w pracy może być rozszerzona o inne czynniki zdefiniowane m. in. w publikacji [16]. Dotyczy to zwłaszcza wskaźników

przydatnych w ekonomicznej analizie zakładu mleczarskiego. Należy zaznaczyć, że podobny zakres analizy może być zastosowany do oceny zakładów innych branż przemysłu rolno-spożywczego [19, 21].

Zainteresowanych wynikami badań autorzy zapraszają na konsultacje: e-mail janusz\_wojdalski@sggw.pl, bogdan\_drozdz@sggw.pl.

## LITERATURA

- [1] Bosworth M., Hummelsmose B., Christiansen K.: Cleaner Production Assessment in Dairy Processing, COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark, 2000, 17-21.
- [2] Budny J.: Energetyczna ocena biomasy na tle paliw konwencjonalnych, Materiały XXIV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim”, Słok k. Bełchatowa, 2005, 15-23.
- [3] Doniec A., Pękala A.: Ogólna charakterystyka strumieni odpadów powstających w przemyśle mleczarskim dla potrzeb ich minimalizacji, Ogólnopolski Informator Mleczarski, 2000, 12 (49), 2-9.
- [4] Kaleta A., Wojdalski J.: (red.): Przetwórstwo rolno-spożywcze, Wybrane zagadnienia inżynieryjno-produkcyjne i energetyczne, Wyd. SGGW, Warszawa, 2007, 191-195.
- [5] Kowalczyk R., Karp K.: Energochłonność oczyszczania ścieków w wybranym zakładzie przemysłu mleczarskiego, Problemy Inżynierii Rolniczej, 2005, 4, 79-88.
- [6] Nowak Z.: Zrównoważona produkcja i konsumpcja jako podstawowy cel wdrażania filozofii czystszej produkcji, Czysta Produkcja i Eko-Zarządzanie, 2007, 9, 1-5.
- [7] Olech M., Szpak J., Tkacz K.: Ekonomiczna ocena węgla kamiennego spalane go w kotłowniach polskiego przemysłu mleczarskiego, Materiały XXIII Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim”, Rytyro, 2004, 89-95.
- [8] Özbaya A., Demirer G.N.: Cleaner production opportunity assessment for a milk processing facility, Journal of Environmental Management, Vol. 84 (4), 2007, 484-493.
- [9] Pesta J., Krzemieniewski M., Janczukowicz W., Jędrzejewska M., Dębowski M.: Nowe technologie i urządzenia do oczyszczania ścieków oraz przeróbki osadów ściekowych z przemysłu mleczarskiego, Materiały XXII Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim”, Druskienniki (Litwa), 2003, 58-82.
- [10] Prasad P., Pagan R., Kauter M., Price N.: Eco-efficiency for the Dairy Processing Industry, Environmental Management Centre, The University of Queensland, St Lucia, 2004, 43-48, 57-66.
- [11] Walton M.: Energy Use in Dairy Processing, International Journal of Dairy Technology, 60 (1), 2007, 60-61.
- [12] Wardrop Engineering Inc.: Guide to Energy Efficiency Opportunities in the Dairy Processing Industry, National Dairy Council of Canada, Mississauga, Ontario, 3-5, 1997, 28-29.
- [13] Wendorff B.: Wastewater volume – How do we compare? Dept. of Food Science, University of Wisconsin – Madison, 2007.
- [14] Wojdalski J., Drózd B.: Effect of selected technical and technological factors on water consumption in the milk plants, Annals of Warsaw Agricultural University, Agriculture (Agricultural Engineering), Warsaw 2001, 40, 53-58.
- [15] Wojdalski J., Drózd B.: Effect of various technical and organization-production factors on water consumption in milk production, Annals of Warsaw Agricultural University, Agriculture (Agricultural Engineering), Warsaw, 2002, 42, 51-57.
- [16] Wojdalski J., Drózd B.: Podstawy analizy oddziaływania zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego na środowisko, Inżynieria Rolnicza, 5 (60), 2004, 363-371.
- [17] Wojdalski J., Drózd B.: Podstawy analizy energochłonności produkcji zakładów przemysłu rolno-spożywczego, MOTROL, Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, Tom 8A. Lublin, 2006, 294-304.
- [18] Wojdalski J., Drózd B., Brocki H.: Energochłonność i oddziaływanie na środowisko małego zakładu mleczarskiego, Materiały XXVI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim”, Karpacz, 2007, 184-190.
- [19] Wojdalski J., Drózd B., Lubach M.: Factors influencing energy consumption in fruit and vegetable processing plants, TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture, Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, Lublin, 2007, Vol. VII, 277-285.
- [20] Wojdalski J., Drózd B., Nowoszevska A.: Przykład analizy oddziaływania zakładu mleczarskiego na środowisko, Materiały XXV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim”, Rynek, k. Giżycka, 2006, 191-195.
- [21] WS Atkins International: Ochrona środowiska w przemyśle rolno-spożywczym, Standardy środowiskowe, FAPA, Warszawa, 1998, 62-65, 77, 80, 86-87.
- [22] WS Atkins – Polska: Najlepsze Dostępne Techniki (BAT) wytyczne dla branży mleczarskiej, Warszawa, 2005, 23-27.

## ECO-EFFICIENCY OF DAIRY PROCESSING INDUSTRY

### SUMMARY

*A synthesis was presented of available data relating to eco-efficiency and implementation of cleaner production in the dairy processing industry. The material presented herein may prove to be useful for determination of the demand for energy and water carriers as well as for determination of environmental standards in processing plants in this branch of industry.*

**Key words:** *dairy processing, eco-efficiency, energy, water, cleaner production.*

Dr Jan BOGUSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

# SEKTOROWE SYSTEMY INNOWACYJNE SZANSĄ ROZWOJU PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO W POLSCE®

*W ostatnich latach wzrasta rola systemów innowacyjnych na świecie. Są one tworzone na poziomie regionu oraz kraju. Oprócz nich coraz większego znaczenia nabierają także Sektorowe Systemy Innowacyjne w skrócie zwane SSI. Te ostatnie powstają w różnych branżach gospodarki narodowej i regionalnej.*

## WPROWADZENIE

Systemy innowacyjne stanowią nowe podejście do problematyki innowacji. Składają się z sieci wzajemnie powiązanych ze sobą szkół wyższych, instytucji kredytowych oraz ubezpieczeniowych, małych i średnich przedsiębiorstw, agencji rozwoju lokalnego i regionalnego, a także władz samorządowych i rządowych, które współpracują oraz kooperują ze sobą.

Szczególnie ważną rolę odgrywa w systemie innowacyjnym współpraca nauki z przemysłem. Wspomagają ją instytucje generujące wiedzę i innowacje jak np. parki technologiczne oraz inkubatory technologiczne. Ich działanie opiera się na różnorodnych interakcjach zachodzących między nimi. Tak rozumiany system innowacyjny stanowi swoisty kompleks różnych instytucji połączonych ze sobą, których celem jest kreowanie, absorpcja i dyfuzja innowacji. Ich działalność przyczynia się do powstawania regionu innowacyjnego, w którym występuje zespołowe uczenie się i dzielenie wiedzą, a także ustawiczny rozwój postaw proinnowacyjnych wśród przedsiębiorców i rolników.

Według Charlesa Edquista systemy innowacyjne wyróżniają się pewną współzależnością oraz współdziałaniem poszczególnych jego uczestników. Mamy tu do czynienia z interakcyjnym modelem innowacji [2]. Kluczowe znaczenie dla jego sprawności mają interakcje między poszczególnymi elementami [3]. Dlatego próby badania systemu innowacyjnego powinny być skupione na efektywności jego struktury i dynamizmu, rzadziej zaś na opisie roli i znaczenia poszczególnych uczestników [10].

**Celem pracy zaprezentowanej w artykule jest przedstawienie istoty Sektorowego Systemu Innowacyjnego (SSI) jako szansy rozwoju przetwórstwa spożywczego w Polsce.**

## POJĘCIE SEKTOROWEGO SYSTEMU INNOWACYJNEGO

Pojęcie sektora (branży) odnosi się do pewnego wspólnego obszaru działalności. W jego ramach sektor małych i średnich przedsiębiorstw prowadzi jeden lub kilka podobnych technologicznie rodzajów produkcji lub świadczenia usług w danym sektorze. Możemy wyróżnić sektory zajmujące się np. budownictwem czy motoryzacją.

W przypadku Sektorowego Systemu Innowacyjnego (SSI) mamy do czynienia – jak twierdzi Franco Malerba (2002) – z pewnym zbiorem różnych podmiotów gospodarczych, które wytwarzają określone produkty. Zbiór ten jest zaangażowany

w rynkowe i pozarynkowe relacje, których celem jest produkcja oraz sprzedaż danych wyrobów [6]. Mówiąc ściślej są to instytucje publiczne i prywatne oraz podmioty gospodarcze działające na zasadzie publiczno-prywatnego partnerstwa w ramach sieci innowacyjnych jednego sektora lub branży. Stąd mówimy o transportowym, budowlanym, obuwniczym, przetwórczym systemie innowacyjnym.

Sektorowe Systemy Innowacyjne (SSI) można rozpatrywać w przekroju branżowym, regionalnym, krajowym lub międzynarodowym. Stanowią one jeden z segmentów gospodarki Regionalnego oraz Narodowego systemu innowacyjnego. Ich istota polega na tym, iż w przeciwieństwie do Regionalnego czy Narodowego systemu innowacyjnego są bardziej podatne na zmiany innowacji, które mogą stać się szansą ich dalszego rozwoju, np. pojawienie się nowych firm innowacyjnych w tym samym sektorze lub źródłem zagrożenia będącego efektem gwałtownych przeobrażeń w sferze naukowo-technicznej. Funkcjonujące od lat różne segmenty gospodarki mogą ulec zniszczeniu lub zmienić swoją konfigurację w wyniku wdrożenia nowych innowacji zaburzających dotychczasową ich działalność, a w skrajnych przypadkach prowadzić nawet do upadku całych lokalnych sektorów (branż) [5]. Sektorowe systemy innowacyjne są zatem wrażliwe na wszelkie radykalne innowacje.

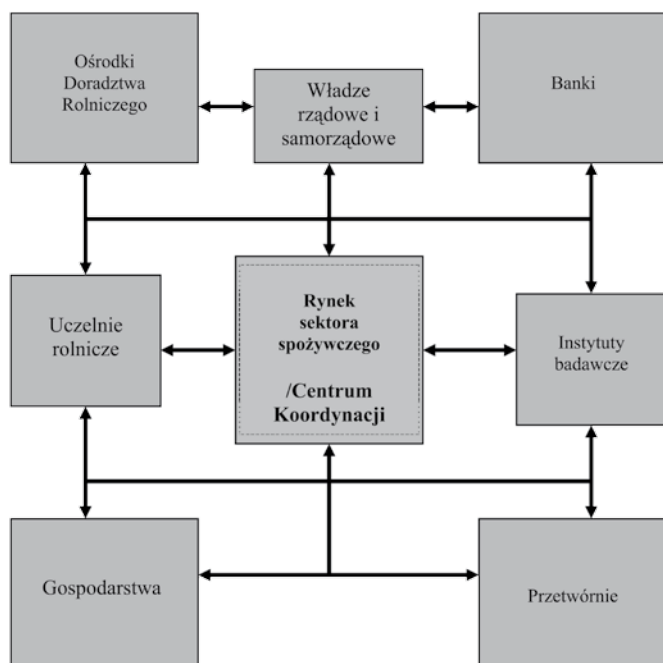
Silnym bodźcem i zarazem wsparciem dla rozwoju poszczególnych sektorów polskiej gospodarki mogą okazać się wspierane przez Unię Europejską Platformy Technologiczne. Są one ważnym składnikiem 7. Programu Ramowego Badań i Rozwoju Technologicznego Unii Europejskiej. Ich odpowiedniki powstały już w Polsce. Istnieją w wielu sektorach przemysłowych w naszym kraju i uzyskały wsparcie między innymi ze strony licznych ministerstw: nauki i szkolnictwa wyższego, rolnictwa i rozwoju wsi, gospodarki, a także środowiska. Wśród przyjętych celów należy wyróżnić opracowywanie na poziomie kraju programów badawczych na rzecz rozwoju ważnych sektorów gospodarki. Zakładają one ścisłą współpracę nauki z przemysłem, która uwzględnia potrzeby firm. Jedną z takich platform powstała w obszarze maszyn i urządzeń. Wśród jej założycieli znalazły się m. in. firmy, uczelnie i centra doskonałości.

W niniejszym artykule zajmiemy się Sektorowym Systemem Innowacyjnym w przetwórstwie spożywczym. Z uwagi na swoje znaczenie w gospodarce regionalnej i narodowej może wspomóc innowacyjność tego sektora. Szczególnie istotne są dla jego konkurencyjności innowacje przyrostowe.

## ELEMENTY SKŁADOWE SEKTOROWEGO SYSTEMU INNOWACYJNEGO

Sektorowy System Innowacyjny przetwórstwa spożywczego powinien składać się z następujących elementów (rys.1):

- ✓ wyższych uczelni rolniczych i instytutów badawczych;
- ✓ administracji rządowej i samorządowej;
- ✓ izb rolniczych i ośrodków doradztwa rolniczego;
- ✓ banków spółdzielczych i banku gospodarki żywnościowej;
- ✓ przetwórci spożywczych;
- ✓ gospodarstw rolnych i ogrodniczych;
- ✓ agencji rozwoju lokalnego i regionalnego;
- ✓ zrzeszeń rolniczych w postaci grup producenckich.



**Rys. 1.** Uproszczony model Sektorowego Systemu Innowacji przetwórstwa spożywczego.

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 1 przedstawia uproszczony model Sektorowego Systemu Innowacji przetwórstwa spożywczego. W jego skład wchodzi: klienci, konsumenci, pośrednicy, użytkownicy i podwykonawcy. Każdy z nich kieruje się własnym interesem i zyskiem. Występują oni często indywidualnie lub zbiorowo (w formie zinstytucjonalizowanej). Tę ostatnią tworzą uczelnie rolnicze, instytuty badawcze, ośrodki doradztwa rolniczego, izby rolnicze, instytucje kredytowe (np. BGŻ, banki spółdzielcze), instytucje ubezpieczeniowe, duże przetwórcie z udziałem kapitału zagranicznego, przetwórcie ogólnokrajowe, gminne oraz przydomowe. Obok nich występują duże, średnie oraz małe gospodarstwa rolne, a także gospodarstwa sadownicze i ogrodnicze. Poza wymienionymi instytucjami w skład Sektorowych systemów innowacyjnych przetwórstwa spożywczego wchodzi władze samorządowe i rządowe, które odpowiadają za całość polityki przemysłowej, inwestycyjnej, technologicznej, ekologicznej kraju i regionu. Koordynacją

poszczególnych uczestników zajmuje się specjalnie powołane Centrum Koordynacji lub też rynek koordynuje działalność sektora za pomocą mechanizmów popytu i podaży.

Sektorowe systemy innowacyjne można właściwie zaliczyć do gron, które obejmują ten sam lub pokrewny sektor. Mogą również powstawać na obszarze regionu lub kraju. Mają ten sam skład oraz niemal identyczne relacje współpracy i kooperacji.

Szczególnie ważne dla sektorowego systemu innowacji przetwórstwa spożywczego staje się wspieranie produkcji roślinnej i zwierzęcej. Chodzi o zapewnienie przetwórciom wysokiej jakości surowców. Aby to osiągnąć należy wspierać badania dotyczące odpowiednich gatunków roślin (zbóż) oraz ras bydła odpornych na zmiany klimatyczne i choroby. Wysokiej jakości materiał może zapewnić wysoką jakość produktów oferowanych przez zakłady przetwórstwa spożywczego na rynku krajowym i zagranicznym.

## WSPÓŁPRACA I KOOPERACJA

Rdzeniem każdego Sektorowego Systemu Innowacyjnego przetwórstwa spożywczego powinna być współpraca nauki i biznesu. Dlatego też priorytetowym zadaniem sektorowego systemu innowacji staje się konieczność zacieśniania stałej współpracy między uczelniami rolniczymi a przetwórcami, a także instytutami naukowo-badawczymi, których celem jest kreowanie innowacji. Sprzyjać temu powinna dyfuzja innowacji organizacyjnych i technologicznych w obie strony. Z doświadczeń wielu regionów Unii Europejskiej i Stanów Zjednoczonych wynika, iż najbardziej konkurencyjne są obszary, które mają dobrze rozwiniętą sieć instytucji badawczo-rozwojowych. Do nich należy tworzenie innowacji dla sektorów: rolnictwa, przemysłu, komunikacji i ochrony środowiska naturalnego [9].

W przypadku Sektorowych Systemów Innowacji szczególnego znaczenia nabierają relacje podmiotów gospodarczych z instytucjami badawczymi w zakresie działań kreowania wiedzy oraz procesów uczenia się przebiegających we wzajemnych sieciach powiązań pomiędzy poszczególnymi uczestnikami [6]. Należy także uwzględniać interakcje i sprzężenia zwrotne między uczestnikami oraz pojawiające się w sektorach zmiany społeczne, technologiczne i ekonomiczne.

Zjawisko kooperacji zmniejsza koszty kreowania innowacji i wydatki procesu innowacyjnego [10]. Sprzyja też aktywności innowacyjnej, prowadząc do specjalizacji w działalności innowacyjnej. Może to stanowić ważny kanał transferu wiedzy oraz prowadzić do redukcji kosztów transakcji, przez ograniczenie niepewności i wzrost zaufania, szczególnie w przypadku związków systemowych i długofalowych [3].

Bardzo ważna dla rozwoju SSI staje się współpraca małych i średnich przedsiębiorstw z korporacjami światowymi. Powinna ona mieć miejsce w sieciach kooperacji. Trzeba podkreślić, iż to wielkie międzynarodowe korporacje są często nośnikami innowacji. Współpraca ta może napotykać liczne bariery. Światowe korporacje często nie przejawiają zainteresowania współpracą z regionalnymi lub lokalnymi przedsiębiorstwami. Wynika to w głównej mierze z niskiej jakości MSP i słabej ich promocji na rynku [1]. To samo odnosi się do sektora przetwórstwa spożywczego, w którym potrzebne jest daleko idące wsparcie ze strony zagranicznego kapitału.



Kooperacja małych i średnich przetwórców z korporacjami światowymi może być zaczynem tworzenia gron spożywczych w regionach typowo rolniczych o wysokich walorach ekologicznych. Grona takie mogą powstawać oddolnie poprzez samą świadomość przedsiębiorców, że warto ze sobą współpracować lub odgórnie w wyniku prowadzonej przez władze samorządowe oraz rządowe odpowiedniej polityki technologicznej, przemysłowej i rolnej oraz wdrażania właściwej strategii innowacyjnej. Tego typu działania przyczyniają się do zacieśniania form kooperacji wśród przedsiębiorców i innych instytucji sfery okołobiznesowej.

Współczesny sektor spożywczy w Polsce potrzebuje silnego impulsu ze strony władz rządowych i wojewódzkich na rzecz tworzenia szerszych mechanizmów współpracy przetwórców, a także gospodarstw rolnych, ogrodniczych i sadowniczych, jednostek naukowych, uczelni wyższych, ośrodków doradztwa rolniczego, izb rolniczych oraz banków spółdzielczych, lokalnych agencji rozwoju przedsiębiorczości na wsi i wielu innych stowarzyszeń mogących być animatorami współpracy w środowiskach lokalnych i regionalnych.

Ważnym zagadnieniem, któremu warto tu poświęcić nieco uwagi, jest współpraca izb i biur turystycznych z przetwórcami przydomowymi w zakresie promowania zdrowego trybu życia i zdrowej żywności. Szczególnie istotne wydaje się wsparcie władz samorządowych oraz instytucji kredytowych w kierunku przekształcania gospodarstw rolnych w gospodarstwa agroturystyczne, w ramach których mogłyby funkcjonować przetwórcy przydomowe jako istotny element Sektorowego Systemu Innowacyjnego przetwórstwa spożywczego.

## DYFUZJA INNOWACJI

Silę i znaczenie SSI przetwórstwa spożywczego wyznaczają innowacje produktowe, technologiczne i organizacyjne. Powinny być to innowacje inkrementalne (przyrostowe, ewolucyjne). Zbyt wiele innowacji radykalnych mogłoby spowodować upadek tradycyjnych sektorów i powstanie nowych, co ze względów społecznych groziłoby pojawieniem się bezrobocia i ubóstwa na poziomie lokalnym i regionalnym.

W przypadku Sektorowego systemu innowacyjnego przetwórstwa spożywczego można wykorzystać doświadczenia amerykańskie w zakresie dyfuzji innowacji w rolnictwie. Amerykański model rozwoju rolnictwa (The Agricultural Extension Model) składa się z trzech poziomów [8] :

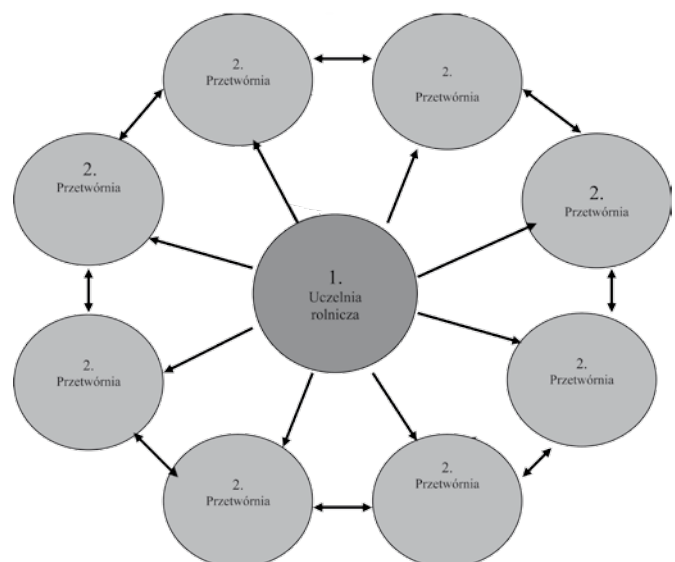
- ✓ profesorów rolnictwa wspieranych przez 50 stanowych eksperymentalnych stacji badawczych i Departament Rolnictwa USA;
- ✓ agentów (pośredników) rozwoju na poziomie hrabstwa, którzy pracują jako pośrednicy zmian z farmerami i ludźmi wsi na poziomie lokalnym;
- ✓ specjalistów do spraw rozwoju na poziomie stanu, którzy łączą badaczy rolnictwa z agentami (pośrednikami) na poziomie hrabstwa.

Kluczową rolę w tym modelu odgrywa uniwersytet z silnymi wydziałami rolnictwa. Badacze i specjaliści do spraw rozwoju zlokalizowani są w stanowych uniwersytetach. Są zwykle doktorami w zakresie rolnictwa. Pierwsza tego typu uczelnia powstała w USA już w 1862 roku. W wyniku podjętych działań powstały kolejne tego typu placówki w każdym stanie. Początkowo uczelnie były zaangażowane w nauczanie

o rolnictwie i inżynierii. W 1887 roku ukazało się federalne prawo (tzw. Akt Hatcha), który zabezpieczał fundusze na rzecz badań w obszarze rolnictwa. Odtąd profesorowie z zakresu rolnictwa rozpoczęli prowadzić badania na zbożach i inwentarzu żywym. W 1914 roku ukazał się kolejny dokument (tzw. akt Smitha-Levera), który pozwolił tworzyć w poszczególnych stanach rolnicze służby rozwoju, których celem stała się pomoc w dyfuzji innowacji wśród mieszkańców USA [8].

Rolniczy Uniwersytet jest ważnym składnikiem systemu nauczania w modelu rozwoju rolniczego. Rolniczy model rozwoju jest zintegrowanym systemem na rzecz procesu innowacyjnego w rolnictwie i przetwórstwie. Pozwala budować solidne kanały dyfuzji innowacji ze sfery nauki do rolnictwa. Omawiając ten model należy podkreślić, iż w przeciwieństwie do europejskiego szkolnictwa wyższego rozwijanego od stuleci, a ukierunkowanego na nauki humanistyczne, medycynę, a potem na nauki techniczne, Amerykanie zaczęli organizować uczelnie dostosowując je do potrzeb rolnictwa i przemysłu. Stąd też na nadaniach ziemskich na rzecz uczelni zaczęły powstawać stacje doświadczalne, a wszystko po to, aby tworzone w szkołach wyższych innowacyjne rozwiązania mogły znaleźć zastosowanie w praktyce. Dlatego też ten omówiony model warto wspierać w polskich warunkach.

W przypadku Sektorowego systemu innowacji przetwórstwa spożywczego ważne stają się składniki wiedzy organizacyjnej zdolnej dokonywać zmian i usprawnień w zakresie skutecznego zarządzania przetwórcami oraz technicznej odnoszącej się do sposobów wytwarzania produktów i świadczenia usług na rzecz klientów. Na rysunku 2 pokazano dwa sposoby przemieszczania się tej wiedzy. Pierwszy poziom tworzą uczelnie rolnicze, które kreują wiedzę, która następnie rozprzestrzenia się między kooperującymi z nimi małymi i średnimi przedsiębiorstwami sektora spożywczego. Drugi sposób polega na jej dyfuzji między poszczególnymi przetwórcami, które mają możliwość swobodnej absorpcji innowacji.



**Rys. 2.** Dwa sposoby dyfuzji wiedzy organizacyjnej i technicznej.

Źródło: opracowanie własne

Funkcjonująca w ramach Sektorowego systemu innowacji przetwórstwa spożywczego uczelnia typu rolniczego zajmowałaby się – podobnie jak amerykańska – kształceniem kadr

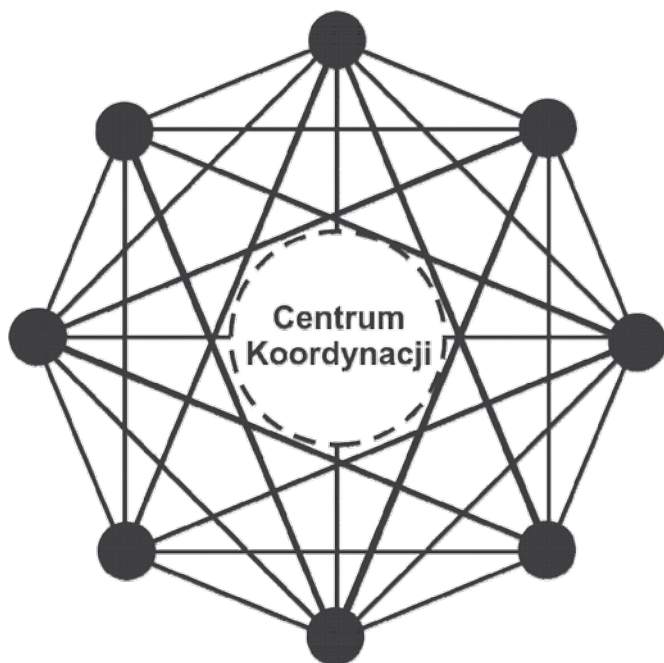
dla potrzeb rolnictwa. Ponadto pracujący tam pracownicy naukowi prowadziliby badania w zakresie nowych technologii przydatnych także w przetwórstwie spożywczym.

## STRUKTURY SIECIOWE

Sektorowe systemy innowacji przetwórstwa spożywczego wymagają zastosowania w praktyce elastycznych sieci współpracy (rys. 3) charakteryzujących się następującymi elementami:

- ✓ brak hierarchii w sieci – elastyczność i dynamizm pozwalają szybko dostosować się przetwórciom do zmiennego otoczenia;
- ✓ pobudzanie do interdyscyplinarnej współpracy – pozwala instytucjom naukowo-badawczym współpracować z wieloma instytucjami i podmiotami gospodarczymi w zakresie kreowania innowacji dla przetwórstwa spożywczego, które powstają na styku wielu dyscyplin naukowych;
- ✓ wzajemne uczenie się i dzielenie wiedzą – umożliwia skuteczniejsze zarządzanie wiedzą oraz tworzenie innowacji w sektorze spożywczym;
- ✓ szybki przepływ informacji – pozwala poznać potrzeby rynku sektorowego;
- ✓ wzajemna kooperacja i współpraca – ułatwia prace nad projektami badawczymi i rozkłada ryzyko finansowe na wielu partnerów;
- ✓ wzrost zaufania między poszczególnymi uczestnikami.

Sieci motywują ponadto do sprawnej realizacji działań. Sprzyjają też rozwijaniu umiejętności uczestników organizacji [4]. Każda sieć składa się z wierzchołków oraz połączeń między nimi. Wierzchołki to instytucje publiczne, a także podmioty gospodarcze. Mogą one wchodzić w powiązania z innymi wierzchołkami. Potencjał kombinacyjny sieci



**Rys. 3.** Struktura sieciowa Sektorowego Systemu Innowacji Przetwórstwa Spożywczego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury zagranicznej

wierzchołków zależy od ich rozmiarów i zróżnicowania. Rysunek 3 przedstawia model sieciowej struktury organizacyjnej. Kółkami czarnymi oznaczone zostały wierzchołki sieci, które tworzą małe i średnie przetwórcie, uczelnie rolnicze i instytuty badawcze, władze samorządowe, agencje wspierające rolnictwo, instytucje kredytowe i ubezpieczeniowe, izby rolnicze, gospodarstwa rolne, ogrodnicze itp. Kreski pomiędzy wierzchołkami oznaczają relacje występujące między poszczególnymi uczestnikami sieci. Koordynowaniem poszczególnych działań uczestników sieci zajmowałoby się Centrum Koordynacyjne lub wyposażony w mechanizm popytu i podaży rynek.

W Sektorowym Systemie Innowacyjnym przetwórstwa spożywczego powinno się promować powiązania horyzontalne, które umożliwiają uczestnikom większy wybór partnerów. Należy wspierać tworzenie więzi o charakterze przyjaznym, gdyż promują one współpracę i kooperację a także więzi o charakterze partnerskim, ponieważ generują synergię o silnych i głębokich powiązaniach formalnych i nieformalnych. Eliminowane powinny zaś być więzi o charakterze rywalizacji oraz wrogim. Te ostatnie wprowadzają dywersję [7].

## ZAKOŃCZENIE

Sektorowe Systemy Innowacyjne stanowią jeden z segmentów Regionalnych oraz Narodowych systemów innowacji. Ich dalszy rozwój w naszym kraju odbywać się będzie w ramach Platform Technologicznych, które kładą szczególny nacisk na badania i rozwój w poszczególnych sektorach (podsektorach branżowych) gospodarki.

W przeciwieństwie do Regionalnych oraz Narodowych systemów innowacji Sektorowe systemy innowacji są bardziej podatne na zmiany. Szczególnie dotyczy to sektorów związanych z elektroniką, telekomunikacją czy biotechnologią. Tego typu systemy uzależnione są od innowacji radykalnych, pod wpływem których dochodzi do restrukturyzacji lub upadku istniejących konfiguracji przemysłowych w gospodarce oraz od podaży i popytu na dane dobra na rynku.

Kooperacja małych i średnich firm w ramach Sektorowych systemów innowacyjnych może przyczynić się do tworzenia gron przemysłowych. Swoim składem i funkcjonowaniem przypominają one tego typu formę produkcji, oraz mogą funkcjonować w wybranych branżach gospodarki.

Ważne znaczenie dla dalszego rozwoju SSI ma współpraca przetwórci spożywczych (masarni, mleczarni itp.) ze światowymi korporacjami, które mogą wносить nowe rozwiązania innowacyjne w przetwórstwie. Współpraca taka powinna przynosić korzyści obu stronom. Na realizację działań związanych ze wspieraniem rolnictwa i przetwórstwa w Polsce Unia Europejska przeznaczyła z funduszy unijnych na lata 2007-2013 ogromne środki finansowe, które mogą walnie przyczynić się do rozwoju Sektorowych Systemów Innowacyjnych w naszym kraju.

## LITERATURA

- [1] Dominik W., Ziemianowicz W., Górzyński M., Pander W.: Regionalna Strategia Innowacji dla Mazowsza 2007-2015, Wersja do konsultacji społecznych, Warszawa 2007, s.70.
- [2] Edquist Ch.: Systems of innovation, Technologies, Institutions and Organizations, London-Washington 1997, s.57.
- [3] Fritsch M.: Co-operation in Regional Innovation Systems , Regional Studies” 2001 nr 35, s.305. Cytuję za: A. Świadek, Regionalne systemy innowacyjne w Unii Europejskiej, (w:) Innowacje w działalności przedsiębiorstw w integracji z Unią Europejską, Praca zbiorowa pod redakcją naukową Władysława Janasza, Wyd. Difin, Warszawa 2005, s.97, 109.
- [4] Hojny M.: Balansowanie między hierarchicznymi i niehierarchicznymi strukturami organizacyjnymi, (W:) Przedsiębiorstwo przyszłości – nowe paradygmaty zarządzania europejskiego, Warszawa 2003, s.291-293.
- [5] Klincewicz K.: Polski system innowacji w obszarze informatyki – analiza bibliometryczna, <http://www.instytut.info/IIIkonf/referaty/3b/klincewicz.pdf>.
- [6] Malerba F.: Sectoral systems of innovation and production, (w:) Research Policy 31 z 2002, s.250.
- [7] Olesiński Z.: Zarządzanie w regionie, Polska – Europa – Świat, Wyd. Difin, Warszawa 2005, s.64-66.
- [8] Rogers E. M.: Diffusion of innovations, Fifth edition, Free Press, New York, London, Toronto, Sydney 2003, s. 165.
- [9] Śmieszek Z.: Badania stosowane i problemy działalności jednostek badawczo-rozwojowych, Biuletyn Informacyjny Rady Głównej Jednostek Badawczo-Rozwojowych nr 2 z 1999 roku.
- [10] Świadek A.: Regionalne systemy innowacyjne w Unii Europejskiej, (w:) Innowacje w działalności przedsiębiorstw w integracji z Unią Europejską, Praca zbiorowa pod redakcją naukową Władysława Janasza, Wyd. Difin, Warszawa 2005, s. 88, s.98.

**SECTORAL SYSTEMS OF INNOVATION AS  
A CHANCE OF FOOD PROCESSING  
IN DEVELOPMENT IN POLAND****SUMMARY**

*In recent years the role of innovation systems in the world has increased. They are being built and implemented in the regions and in the countries. Apart from this sector systems of innovation (SSI) plays a very important role in economies. The latest are being built in different branches of regional and national economies.*

Dr Marek GRUCHELSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
Dr inż. Józef NIEMCZYK  
Instytut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur w Warszawie

## MITY I REALIA PROPONOWANYCH ZMIAN WSPÓLNEJ POLITYKI ROLNEJ UNII EUROPEJSKIEJ PO 2013 ROKU<sup>®</sup>

*Kolejna reforma wspólnej polityki rolnej UE na okres po 2013 roku, budzi szczególne kontrowersje. Wynika to z głębokości proponowanych zmian liberalizacyjnych, polegających na rezygnacji z kwotowania produkcji rolnej, zmniejszenia wsparcia z budżetu unijnego dla sektora rolno-żywnościowego (ewentualnie jego renacjonalizację, to znaczy finansowanie z budżetu danego państwa), pełnego otwarcia się na import żywności.*

*Tak głęboka ekonomizacja i liberalizacja wspólnej polityki rolnej mogłaby spowodować upadek wielu gospodarstw rolnych, spadek produkcji rolniczej w niektórych rejonach UE, duże problemy gospodarczo-społeczne nowo przyjętych państw członkowskich UE, np. Polski, jak również obniżenie się jakości żywności i jej bezpieczeństwa zdrowotnego. Autorzy niniejszego artykułu proponują większe uspołnienie, a być może w przyszłości – zintegrowanie obydwu polityk – rolnej i żywnościowej tak, aby mogły one lepiej służyć społeczeństwu – konsumentom żywności.*

### WPROWADZENIE

Zgodnie z planem, w latach 2008 – 2009 r. realizowany będzie przegląd (*health check*) obecnie obowiązujących zasad wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej, przewidzianych na okres 2007 – 2013 r. Polska musi szczególnie poważnie potraktować ten przegląd, gdyż jeszcze nie osiągnęliśmy poziomu wsparcia polskiego sektora rolno-żywnościowego krajów EU-15, mimo ciągle bardzo dużych potrzeb rozwojowo-inwestycyjnych, a już padają propozycje zmniejszenia powszechnego poziomu tego wsparcia. Warto przypomnieć, że zgodnie z Traktatem Akcesyjnym, poziom dopłat bezpośrednich do polskiego rolnictwa wynosi w bieżącym roku (2008) tylko 50% poziomu w państwach EU-15. Poziom dopłat stosowanych w „starych państwach Unii” osiągniemy dopiero w 2013 roku, zgodnie ze schematem – 60% w 2009 r., 70% w 2010 r., 80% w 2011 roku., 90% w 2012 r. oraz 100% w 2013 roku.

Ponadto rozważa się propozycje renacjonalizacji budżetu rolnego Unii, tj. przejęcia ciężaru finansowania sektora rolno-żywnościowego przez budżety poszczególnych państw członkowskich, **co oparte jest na mitycznym założeniu**, że każde państwo unijne będzie w stanie ponieść wysiłek ekonomiczny w zakresie wspierania swojego sektora rolno-żywnościowego.

Komisja Europejska podtrzymuje nadal stanowisko o pogłębieniu liberalizacji zasad handlu zagranicznego żywnością, negocjowanego w ramach Światowej Organizacji Handlu – WTO (*World Trade Organization*). Jak twierdzi się w Stałym Przedstawicielstwie RP przy Komisji Europejskiej [2], Komisja Europejska rezygnuje z unijnych koncesji rolnych w ramach negocjacji rolnych w WTO w zamian za uzyskanie od innych partnerów koncesji w zakresie usług i towarów przemysłowych. Fakt ten źle świadczy o nastawieniu Komisji Europejskiej do swojego sektora rolno-żywnościowego i jest gotowa podporządkować go interesom pozarolniczym. Widać, że Komisja nie w pełni rozumie istotę i rolę społeczno-gospodarczą tego sektora i jawnie lekceważy bezpieczeństwo żywnościowe ugrupowania jakim jest UE. Patrząc na to niepokojące podejście Komisji Europejskiej do unijnego sektora i rynku rolno-żywnościowego można powiedzieć, że **Komisja zmierza do pełnej ekonomizacji i liberalizacji mechanizmów występujących w sektorze i na rynku rolno-żywnościowym.**

**Jest to skrajnie liberalny wariant polityki rolnej oparty na mitycznym, sprzecznym z teorią nauk ekonomiczno-rolniczych, założeniu, że należy – „rolnictwo traktować na równi z innymi sektorami gospodarki”<sup>1</sup>.** Tymczasem jak wiadomo, przeciętne a nawet większe rodzinne gospodarstwa rolne nie są w stanie konkurować z podmiotami pozarolniczymi. W praktyce, mogą to robić jedynie bardzo duże i wielobranżowe przedsiębiorstwa zajmujące się agrobiznesem i to nie zawsze. Rolnictwo powinno być preferencyjnie traktowane w polityce gospodarczej ze względu na pozaekonomiczne (w tym pozaprodukcyjne) znaczenie, mianowicie społeczne (zwłaszcza w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego, w tym bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, co powinno być celem strategicznym państw unijnych i całej Unii), znaczenie ekologiczno-regionalne, co do tej pory w stopniu satysfakcjonującym jest dostrzegane w ramach wspólnej polityki rolnej UE.

### SKUTKI EKONOMIZACJI POLITYKI ROLNEJ UE

Ekonomizacja polityki rolnej sprzyjać będzie tendencji do:

1 Cytat z wypowiedzi ministra Władysława Piskorza [2]. Warto przytoczyć na ten temat opinię Instytutu Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN, mianowicie cytuję – „**Rolnictwo jest zbyt ważnym działem dla egzystencji człowieka, by poddać je wyłącznie siłom globalnego rynku. Bezpieczeństwo żywnościowe i wielofunkcyjność rolnictwa są nadal ważnym argumentem za utrzymaniem szczególnej ochrony rolnictwa i publicznego wsparcia dla jego funkcjonowania oraz rozwoju.**” (Patrz – Marek Kłodziński – Debata o przyszłości. Rozpoczęła się dyskusja o zmianie wspólnej polityki rolnej UE. „Nowe Życie Gospodarcze” Nr 1/457 z 13 stycznia 2008 r., s. 25). Warto również podkreślić, że liberalna wizja polityki rolnej jest lansowana przez niektóre wysoko rozwinięte państwa unijne np. Szwecję, Wielką Brytanię. Brytyjczycy uważają np., że w okresie 2015 – 2020 powinno się tak zreformować wspólną politykę rolną UE, ażeby rolnictwo funkcjonowało zupełnie bez wsparcia zewnętrznego. Świadczy to o egoizmie starych państw członkowskich (UE-15) w stosunku do nowych państw unijnych, takich jak np. Polska.

- szybkiego wzrostu skali produkcji gospodarstw rolnych (na wzór amerykański), co nie zawsze sprzyja stabilizacji produkcji rolniczej. Duże gospodarstwa rolne są podatniejsze na załamanie ekonomiczne w sytuacji kryzysów ekonomiczno-rynkowych, czy nawet pogodowych,
- wzrostu skali produkcji (zwłaszcza intensywnej), która zawsze będzie nieprzyjazna dla naturalnego środowiska, niezależnie od zabezpieczeń administracyjnych (programów przyjaznych środowisku, nadzoru, kar, itp.),
- uproszczenia produkcji, a zatem naturalnie duża skala produkcji rolniczej będzie sprzeczna z polityką rozwoju różnorodności produkcji i różnorodności biologicznej,
- wytwarzania mniej ekologicznych surowców żywnościowych i żywności.

Uwzględnienie faktycznych potrzeb wsparcia sektorów rolno-żywnościowych państw unijnych nie stoi w sprzeczności z zasadami finansowania z budżetu unijnego różnych potrzeb gospodarczych i społecznych. Zasady te to:

- wspieranie przedsięwzięć dospodarczych gwarantujących zwiększenie wartości dodanej w wytwarzanej produkcji,
- zasada proporcjonalności; wartość dofinansowania musi być proporcjonalna do rozmiarów przedsięwzięcia, np. inwestycji,
- zasada racjonalnego zarządzania wydawanymi środkami z budżetu unijnego.

**Liberalna, a jednocześnie ustępliwa wobec nacisków WTO (w praktyce wobec światowych potentatów rolno-żywnościowych) polityka rolna UE może doprowadzić do wolniejszego lub szybszego, w zależności od wariantu i sytuacji na światowym rynku żywnościowym, zaniku gospodarstw rodzinnych i rolniczych wsi w Europie oraz niezależnie od przemian strukturalnych w zbiorowości podmiotów rolno-żywnościowych (gospodarstw, przedsiębiorstw) – kurczenia się unijnego rolnictwa na rzecz importu względnie taniej żywności z innych rejonów świata.** Oczywiście taka perspektywa dotyczyłaby również polskiego sektora rolno-żywnościowego, niezależnie od jego ciągle dużej witalności i ofensywności.

Uogólniając, można powiedzieć, że zanim polski sektor rolno-żywnościowy, zwłaszcza rolnictwo, osiągnie poziom rozwoju sektorów krajów zachodnioeuropejskich, może być poddany po 2013 roku ostrej konkurencji na unijnym i światowym rynku rolno-żywnościowym, do czego nie będzie w pełni przygotowany.

## OPINIE WEDŁUG COPA-COGECA ORAZ EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO (EKES) W STOSUNKU DO PROPOZYCJI ZMIAN WSPÓLNEJ POLITYKI ROLNEJ UE

Celem niniejszego artykułu jest omówienie wstępnych reakcji na pierwsze propozycje zmian zasad wspólnej polityki rolnej UE po 2013 roku (zaprezentowanych w komunikacie

Komisji Europejskiej pod koniec 2007 roku), takich instytucji jak - COPA-COGECA (*Comité de Organisations Professionnelles Agricoles de la CE – Comité Général de la Coopération Agricole de la CE*) oraz zaprezentowanie własnej oceny i wniosków autorów.

W związku z komunikatem Komisji Europejskiej, dotyczącym przeglądu obecnie realizowanej wspólnej polityki rolnej Komitet COPA-COGECA opublikował stanowisko, natomiast Komitet EKES przyjął w październiku 2007 roku oficjalny dokument wyrażający opinię co do potrzeb i kierunków zmian wspólnej polityki rolnej [1]. Zaletą tych dokumentów jest przede wszystkim to, że wyrażają opinie dotyczące zagadnień obecnie realizowanej polityki rolnej, a tym samym są ważnym przyczynkiem do jej planowanego przeglądu w obecnym 2008 i 2009 roku.

### STANOWISKO KOMITETU COPA-COGECA WOBEC PROPOZYCJI ZMIAN WSPÓLNEJ POLITYKI ROLNEJ UE

Komitet COPA-COGECA w kwestii zmian wspólnej polityki rolnej UE postuluje między innymi:

- uproszczenie zasad administrowania oraz ograniczenie kosztów w zakresie systemu płatności bezpośrednich oraz przestrzegania przez rolników tzw. zasady współzależności (*cross-compliance*), czyli uwarunkowania wsparcia gospodarstw od przestrzegania zasad gospodarowania, zgodnych np. z potrzebami ochrony środowiska naturalnego, standardami jakości produkcji oraz dobrostanem (czyli warunkami utrzymania) zwierząt gospodarskich<sup>2</sup>. Zbyt wysokie koszty dostosowania do standardów przewidywanych w ramach zasady współzależności powodować będą rezygnację z produkcji rolnej w mniejszych gospodarstwach;
- zrezygnowanie ze stosowanego w państwach EU-15 odłogowania ziemi uprawnej (*set-aside*), ze względu na występujący już drugi rok deficyt zbóż w Europie i na świecie;
- reformę rynku mlecznego tak, aby produkcja mleka nie była, tak jak obecnie, hamowana przez kwoty produkcyjne w warunkach dużego zapotrzebowania na ten surowiec na rynkach światowych. Reforma ta, planowana w połowie przyszłej dekady powinna zapewniać stabilizację rynku, przewidywalność i równowagę regionalną;
- nie reformowanie wdrożonego już w państwach EU-15 tzw. systemu płatności jednolitych (SPS – *single payment scheme*); część płatności odnosi się do powierzchni gospodarstwa, jest stała, a część do produkcji, np. żywca wołowego. W Polsce jak wiadomo stosowany jest system SAPS (*single area payment scheme*), czyli płatności bezpośrednie są stosowane w odniesieniu do powierzchni gospodarstwa i nie są powiązane z wiel-

2 Jest to zgodne z polskimi opiniami. Np. M. Kłodziński mówi w odniesieniu do przestrzegania zasady współzależności w polskim rolnictwie, cytując – „tyle obowiązków ile korzyści” (korzyści polscy rolnicy otrzymują mniej, bo jak wiadomo poziom płatności bezpośrednich jest u nas niższy niż w państwach EU-15 – dopisek autorów) – patrz Debata o przyszłości..., 1.

kością produkcji; ten prowizoryczny system ma być utrzymany w Polsce, zgodnie z zapewnieniem Komisji Europejskiej, co najmniej do końca 2013 roku. Autorzy wyrażają obawy, że jeśli po 2013 roku zupełnie zniesionoby część dopłat związanych z produkcją (co według interpretacji WTO zakłóca konkurencję na rynku rolno-żywnościowym i czego domaga się ta organizacja) i co jest postulowane w zasadach reformy rolnej UE przyjętej w czerwcu 2003 r., to tak rozumiana „wolność gospodarowania” spowoduje zanik pewnych kierunków produkcji (wspieranej w obecnym systemie) zwłaszcza w niektórych rejonach UE. Dotyczyć to może, np. produkcji mleka, wołowiny, skrobi, roślin wysokobiałkowych, ryżu, pszenicy twardej (*durum*), lnu, konopi, tytoniu. Zatem postuluje się utrzymanie płatności związanych z produkcją również po 2013 roku. Warto podkreślić, że istnieje również propozycja uśrednienia płatności bezpośrednich na hektar, co byłoby korzystne np. dla Polski (obecnie wynoszą one ok. 70 euro/ha), ale niekorzystne dla starych państw członkowskich (np. w Danii wynoszą ok. 300 euro/ha)<sup>3</sup>. Uważa się, że oddzielenie płatności bezpośrednich od produkcji rolniczej może spowodować bardziej racjonalne wykorzystanie przez rolników szans rynkowych dzięki lepszemu dostosowaniu produkcji do popytu;

- nie zmniejszanie wsparcia w formie płatności bezpośrednich w rolnictwie unijnym po 2013 roku. Komisja Europejska proponuje redukcję płatności o 13% w ramach tzw. modulacji, czyli przesunięcia wsparcia finansowego z rolnictwa na jego wiejskie otoczenie. Należy zaznaczyć, że po reformie rynku owoców i warzyw płatności bezpośrednie uległy obniżeniu ze względu na konieczność objęcia nimi upraw ogrodnich. Z polskiego punktu widzenia, warto zwrócić uwagę na paradoks polegający na tym, że w przypadku wdrożenia propozycji Komisji polskie rolnictwo (które dopiero w 2013 roku uzyska 100% poziomu płatności bezpośrednich) już w 2014 roku otrzymywałoby obniżony o 13% poziom tych płatności. Można więc konkludować, że wdrożenie wspomnianej propozycji redukcji wsparcia w ramach wspólnej polityki odbyłoby się kosztem nowych państw członkowskich, w tym Polski;
- utrzymanie systemu interwencji na rynku zbóż (np. skupu interwencyjnego i przechowywania) w związku z prawdopodobieństwem utrzymania się deficytu zbóż na rynku europejskim i światowym;
- rozwój systemów zarządzania ryzykiem, czyli interwencji i wsparcia finansowego, w tym z budżetu unijnego, różnych ogniw sektora rolno-żywnościowego, w tym rolnictwa w przypadkach dekoniunktury związanej z wahaniami na światowym rynku żywnościowym. Sektor rolno-żywnościowy UE będzie tym bardziej narażony na uciążliwości ekonomiczne tych wahań, im bardziej będzie otwarty na import żywności i zliberalizowany, np. po pełnym zniesieniu ograniczeń kwotowych w poszczególnych branżach, np. mlecznej.

## STANOWISKO EKES W KWESTII PROPOZYCJI ZMIAN WSPÓLNEJ POLITYKI ROLNEJ UE

EKES porusza we wspomnianym dokumencie (z października 2007 roku) wiele z powyższych aspektów reformy wspólnej polityki rolnej i generalnie biorąc interpretuje ich znaczenie podobnie jak COPA-COGECA (np. w zakresie - uproszczenia administrowania płatnościami bezpośrednimi, odłogowania ziemi uprawnej, zniesienia kwot produkcyjnych, zarządzania ryzykiem w rolnictwie), a ponadto zwraca uwagę na kwestie ogólniejsze, bardziej strategiczne, między innymi postuluje:

- potrzebę utrzymania nawet po zakończeniu negocjacji liberalizacyjnych w WTO  **europejskiego modelu rolnictwa**, mimo że jak stwierdza to nie jest łatwe. UE musi pozostawić sobie swobodę działania w zakresie polityki rolnej. Europejski model rolnictwa jest niezależnym fragmentem europejskiej polityki społecznej i gospodarczej. Według EKES, będzie niestety rosła sprzeczność pomiędzy oczekiwaniami konsumentów żywności, którzy chcą otrzymywać coraz lepsze produkty, a potrzebami sprostania przez gospodarstwa rolne konkurencji z zagranicznym rolnictwem. Naszym zdaniem,  **mamy tu do czynienia z kolejnym mitem, że rolnictwo unijne, zwłaszcza niektóre grupy gospodarstw, w poszczególnych państwach członkowskich i rejonach będą w stanie przetrwać konkurencję międzynarodową**. Przewiduje się upadek wielu gospodarstw rolnych i to niekoniecznie tych mniejszych.

Warto podkreślić, że nadmierne otwarcie unijnego rynku rolno-żywnościowego stanowić będzie istotne zagrożenie dla jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, gdyż mówiąc wprost – łatwiejsze i skuteczniejsze jest egzekwowanie wysokich standardów żywności, produkowanej przez własne rolnictwo niż żywności importowanej. Bezkrzytyczni orędownicy pełnej liberalizacji importu rolno-żywnościowego wmawiają społeczeństwu  **mit o tym, że jakość żywności importowanej może być równie skutecznie kontrolowana jak żywności krajowej**. Naczelnym motywem importerów jest zysk, co niestety nie zawsze idzie w parze z wysoką jakością importowanej żywności. Ponadto w związku z niezwykle dużym obecnie wolumenem importowanej żywności na dany rynek krajowy, instytucje kontroli jakościowo-sanitarnej nie są w stanie w pełni skutecznie realizować powierzonego im nadzoru. Szczególnym zagrożeniem może być importowana żywność genetycznie zmodyfikowana GMO (*Genetically Modified Organism*) nie kontrolowana wyczerpująco (*ex-ante*) w kraju importującym oraz żywność z różnymi dodatkami (np. ulepszaczami, konserwantami itp.), która również nie jest zwykle dostatecznie kontrolowana w kraju importującym.

Poza produkcją surowców żywnościowych i żywności rolnicy europejscy powinni realizować wielofunkcyjne usługi, np. w zakresie ochrony środowiska (w tym krajobrazu), rozwoju turystyki na obszarach wiejskich oraz w wielu innych branżach usługowych. Jak podkreślają eksperci SAEPR/FAPA przy Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi ważne są również takie funkcje społecznego rolnictwa jak zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego czy energetycznego (produkcja biopaliw i inne

3 Według SAEPR/FAPA przy Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi (dane internetowe).

źródła energii wytwarzane w oparciu o surowce rolnicze lub na terenach rolniczych i wiejskich, np. w elektrowniach wiatrowych czy wodnych). Stąd postuluje się, aby płatności bezpośrednie dotyczyły również dóbr publicznych nie rolniczych, oferowanych przez gospodarstwa rolne w ramach wspomnianych wielofunkcyjnych usług. Niestety jak stwierdza EKES ciągle widać rozbieżność pomiędzy deklaracjami wsparcia europejskiego modelu rolnictwa, jego wielofunkcyjności, a faktyczną, niezadawalającą sytuacją ekonomiczno-finansową wielu unijnych gospodarstw rolnych;

- potrzebę realizacji po 2013 roku oczekiwań nowych państw członkowskich w zakresie wsparcia ich sektorów rolno-żywnościowych z budżetu unijnego;
- zwiększenie wykorzystania potencjału produkcyjnego rolnictwa w celu zwiększenia produkcji surowców rolniczych używanych do produkcji biopaliw, które są konkurencyjne w stosunku do wykorzystywania tych surowców do produkcji żywności. EKES ocenia w związku z tym, że zwiększenie wykorzystania potencjału produkcyjnego rolnictwa w tym kierunku może być korzystne dla rolników, których dochody będą z tego tytułu wzrastały;
- realizację modelu wspólnej polityki rolnej UE, sformułowanego na posiedzeniu Rady Ministrów (Rolnictwa) w Luksemburgu w 1997 r., który przewiduje że rolnictwo to powinno:
  - być zrównoważone i konkurencyjne,
  - chronić przyrodę i konserwować krajobraz rolniczy i wiejski,
  - przyczyniać się do utrzymywania aktywności zawodowej i żywotności gospodarczej na obszarach wiejsko-rolniczych,
  - dostarczać na rynek żywność o wysokiej jakości i bezpieczną pod względem zdrowotnym;
- zwrócenie uwagi na szczególne cechy rolnictwa, które osłabiają jego konkurencyjność (np. w stosunku do podmiotów pozarolniczych, o czym już wspomniano). EKES przytacza opracowanie ekspertów Komisji Europejskiej z 1997 r. (*Towards a common agricultural and rural policy for Europe*). Według tego opracowania niezbędne jest wsparcie ekonomiczno-administracyjne rolnictwa ze względu na następujące aspekty:
  - wysokie ryzyko z powodu uzależnienia od warunków pogodowych,
  - duże rozproszenie przestrzenne i rozdrobnienie gospodarstw rolnych często posiadających względnie duży, ale niemobilny kapitał trwały (np. w postaci budynków gospodarczych),
  - duże uzależnienie od pór roku i procesów biologicznych,
  - konieczność zapewnienia stałej codziennej pracy (np. przy obsłudze zwierząt) i podaży niektórych produktów (np. mleka);
- baczne obserwacje w związku z decyzją Komisji Europejskiej o zniesieniu subsydiów (refundacji wywozowych) w eksporcie rolno-żywnościowym (pomiędzy 2010 a 2013 rokiem). Zdaniem Komitetu subsydia te są szczególnie konieczne w przypadku kryzysów rolniczych (np. przy okresowej nadprodukcji danego produktu na rynku).

Zatem Komitet apeluje do Komisji Europejskiej o przeanalizowanie takich potrzeb i zaproponowanie optymalnych rozwiązań;

- „rozprawienie się” z kolejnym **mitem o malejącej stałej roli i znaczeniu rolnictwa i sektora rolno-żywnościowego w gospodarkach narodowych**. Zwykle do takich wniosków dochodzi się uwzględniając udział sektora rolno-żywnościowego w tworzeniu dochodu krajowego brutto (PKB), a nie uwzględniając organicznie z sobą związanego sektora rolno-żywnościowego i jego wiejskiego otoczenia. Tymczasem Komitet przypomina, że rolnictwo oraz leśnictwo i ich otoczenie, to znaczący obszary wiejskie zajmują w UE ok. 90% powierzchni. Cały łańcuch żywnościowy zajmuje w unijnym produkcie brutto ok. 15% (podczas gdy samo rolnictwo, zwykle kilka procent w wyżej rozwiniętych państwach członkowskich UE);
- podkreślanie, że poprzez właściwą politykę gospodarczo-społeczną w sektorze rolno-żywnościowym można zapewnić w nim względnie wysokie zatrudnienie, jeśli np. rozwijać się będzie przetwórstwo żywności oraz wspierać różnorodność produkcji rolno-żywnościowej;
- opowiadanie się za wzmocnionym wsparciem po 2013 roku tzw. II filaru wspólnej polityki rolnej UE, tj. rozwoju rejonów wiejskich;
- udoskonalenie systemów interwencji i wsparcia rolnictwa w przypadku wystąpienia skrajnie trudnych, klęskowych warunków pogodowych, nieurodzaju.

## WNIOSKI

1. Wydaje się, że przyszłe zasady wspólnej polityki rolnej UE nie mogą się opierać na różnych apriorycznych założeniach, czy wręcz mitach. Zaliczyć do nich należy w świetle powyższej analizy co najmniej sześć mitów a mianowicie:
  - typowe rodzinne rolnictwo jest w stanie funkcjonować bez jakiegokolwiek wsparcia ekonomicznego z zewnątrz i funkcjonować na rynku analogicznie jak branża pozarolnicza,
  - unijne gospodarstwa rolne dobrze zniosą konkurencję zagraniczną w przypadku znaczącego lub pełnego otwarcia unijnego rynku rolno-żywnościowego,
  - wszystkie państwa członkowskie UE, w tym nowe, będą w stanie dobrze znieść ewentualną renacjonalizację wsparcia sektorów rolno-żywnościowych, czyli wystarczająco wspierać te sektory z własnych budżetów,
  - żywność importowana jest zawsze równie dobra jakościowo i bezpieczna pod względem zdrowotności jak żywność pochodzenia krajowego,
  - znaczenie sektora rolno-żywnościowego maleje,
  - ekonomizacja wspólnej polityki rolnej pozwoli na jednoczesne skuteczne realizowanie jej założeń, co do – stabilizacji produkcji rolnej, gospodarowania rolniczego przyjaznego środowisku naturalnemu, zwiększania różnorodności produkcji rolniczej i różnorodności biologicznej (zwłaszcza roślinnej), wysokiej jakości ekologicznej produkcji rolnej.
2. W sytuacji jawnych sprzeczności pomiędzy oczekiwaniami europejskich producentów rolno-żywnościowych

i konsumentów żywności, a politykami z różnych państw członkowskich UE i urzędnikami z Komisji Europejskiej, niezbędne wydaje się:

- jednoznaczne określenie polskich oczekiwań w odniesieniu do charakteru, systemów i mechanizmów wspólnej polityki rolnej UE po 2013 roku,
  - **rozważenie większego administracyjnego tj. organizacyjnego i funkcjonalnego uspołnienienia i połączenia polityk rolnej i żywnościowej<sup>4</sup>**, zarówno na szczeblu unijnym, jak i krajowym, aby faktycznie a nie życzeniowo polityki te służyły zaopatrzeniu społeczeństwa w dobrą jakościowo i bezpieczną (w sensie zdrowotnym) żywność.
3. Reforma wspólnej polityki rolnej UE po 2013 roku jest szczególnie istotna dla rolnictwa europejskiego. Założenia ekonomizacji tego rolnictwa, przy pełnym lub dużym otwarciu w imporcie żywności mogą doprowadzić do nieodwracalnego zniszczenia gospodarstw rolnych, upadku rolnictwa w niektórych rejonach UE, a w efekcie do zaburzeń na rynku żywności, co będzie niekorzystne dla jej konsumentów. Może to objawiać się w okresowych niedoborach produkcji rolno-żywnościowej, w gwałtownych zmianach jej cen i w tendencji do stałego zwiększania się cen żywności, której import byłby bardzo znaczący. Taka sytuacja na rynku żywnościowym byłaby szczególnie niekorzystna dla nowo przyjętych państw unijnych, takich np. jak Polska. Stąd powinniśmy szczególnie konsekwentnie i metodycznie walczyć o optymalny kształt przyszłej polityki rolnej UE.

## LITERATURA

- [1] Dziennik Urzędowy UE-C44/60 PL z 16.02.2008r.  
 [2] Informator Sejmiku i Urzędu Marszałkowskiego Województwa Wielkopolskiego z 30.06.2006r. – informacja internetowa.

### THE PROPOSED EUROPEAN UNION COMMON AGRICULTURAL POLICY CHANGES AFTER 2013 YEAR – REALITIES OR „WISHFUL THINKING”

#### SUMMARY

*The next European Union policy reform for the period after 2013 arouses special controversy. This is resulted from the depth of the proposed liberalized changes which concerns agriculture production limit resignation, decreases in EU budget support for the agro-food sector (it is considered the implementation of the budget renationalization which means that the budget of each EU member country will finance the country's needs in this field) or considerably more liberal approach towards food imports. Such EU common policy changes may create the bankruptcy of many farms and the decrease in agricultural production in some EU regions, serious social-economic problems in the new EU member-countries, for example Poland as well as food quality deterioration and its health safety. The authors of this article propose the increase of cohesion level between the EU -member countries and maybe in the future, the integration of both kinds of agro and food policies in order to improve their efficiency for the society and food consumers.*

4 Przykładem braku kompatybilności organizacyjnej są np. w Polsce: Instytut Żywności i Żywienia i Państwowa Inspekcja Sanitarna podlegające resortowi zdrowia oraz Inspekcja Weterynaryjna i Inspekcja Jakości Żywności Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, podlegające głównie resortowi rolnictwa. Nie ma zatem jednej instytucji, a raczej resortu, który finalnie i ostatecznie orzekałby o jakości żywności, w tym danego produktu, wraz z decyzją o jego wycofaniu z rynku, zakazie produkcji, zwłaszcza w przypadku nowych rodzajów żywności, czy dodatków do żywności. W ten sposób „dzieląc i rządząc” można zawsze udowodnić konsumentom zadowalającą jakość oferowanej w handlu żywności.



Dr inż. Agnieszka BITKOWSKA  
Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania  
Dr Zdzisław PIĄTKOWSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
Dr inż. Wojciech ŻEBROWSKI  
Politechnika Warszawska

## CONTROLLING PROCESÓW BIZNESOWYCH®

*Celem artykułu jest zaprezentowanie znaczenia controllingu procesów biznesowych dla planowania, koordynowania oraz nadzoru przebiegu procesów ekonomicznych umożliwiającego racjonalizację działania organizacji i osiągnięcie przez nią wyznaczonych celów. Artykuł może być przydatny tym, którzy interesują się nowoczesnym, procesowym podejściem do zarządzania.*

*Mierzenie jest istotne,  
jeżeli nie można czegoś zmierzyć,  
nie można tym zarządzać.*

Robert S. Kaplan

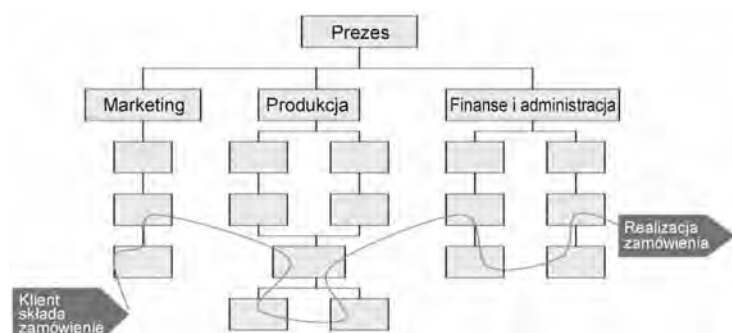
### WSTĘP

Zmienne otoczenie przedsiębiorstw stwarza im szanse rozwoju, możliwości wykorzystania nowoczesnych metod zarządzania, równocześnie poprzez niepewność i wysoki poziom ryzyka niesie zagrożenia i zakłóca stabilne funkcjonowanie. Reakcja przedsiębiorstw na zmiany otoczenia wymaga racjonalnych decyzji opartych na dobrze przygotowanych i przetworzonych informacjach. Jednym z rozwiązań umożliwiającym poprawę efektywności przedsiębiorstw jest podejście procesowe w zarządzaniu. Controlling procesów zapewnia informację o wynikach poszczególnych działań, dzięki czemu kierownictwo ma możliwość podejmowania decyzji uprzedzających niepożądane, a wspierających oczekiwane rezultaty.

### ROLA PROCESÓW BIZNESOWYCH

W podejściu procesowym do organizacji przedsiębiorstwo jest przede wszystkim zbiorem powiązanych ze sobą procesów przenikających funkcjonalną strukturę organizacyjną.

Procesy istnieją w każdym przedsiębiorstwie, niezależnie od świadomości ich istnienia i przebiegają w poprzek struktury organizacyjnej.



Rys. 1. Przebieg procesu przez organizację [6, str.28].

Według Rummler A.G., Brache A.P. proces może być rozumiany jako łańcuch wartości, poprzez swój wkład w tworzenie lub dostarczanie produktu czy też usługi, każda kolejna czynność w procesie powinna dodawać wartości do efektu wcześniejszej czynności.

Istotę procesu gospodarczego wyrażają następujące stwierdzenia [3]:

- proces jest łańcuchem sekwencyjnych czynności, które transformują mierzalne wejścia (informacje, ludzie, urządzenia, metody) w mierzalne wyjścia (produkty, usługi, informacje), polega na dodaniu do zasileń nowej wartości (dodanej);
- proces ma mierzalny cel — jest nim tworzenie wartości uznanej i zweryfikowanej przez odbiorcę, zawartej w produkcie, usłudze, informacji lub innym możliwym do zidentyfikowania efekcie końcowym;
- proces ma dostawcę i klienta, a zatem jego granice wyznaczone są przez zdefiniowany rodzaj transakcji zakupu zasileń i sprzedaży wytworu;
- proces może być powtarzany, co oznacza, że możliwe jest jego zapisanie w formie umożliwiającej odczytanie jego przebiegu przez realizatorów.

Podejście procesowe opiera się na założeniu, że należy optymalizować działania, mając na względzie procesy, a nie funkcje i dlatego proces jest naturalną determinantą osiągnięcia wzrostu efektywności współczesnej organizacji [4].

Przy prawidłowym zarządzaniu z wykorzystaniem podejścia procesowego, każdy proces powinien mieć: mapę procesu, właściciela procesu, zbiór miar opartych na oczekiwaniach klientów i powiązanych z celami całej organizacji, odpowiednie narzędzia służące monitorowaniu wyników procesu.

### MIERNIKI EFEKTYWNOŚCI

Ocena zdolności procesów do dostarczania wyrobów i usług o pożądanym przez odbiorców charakterystykach może być dokonana przez pomiar kilku podstawowych atrybutów (parametrów) procesu t.j. koszt procesu, jakość procesu, czas realizacji procesu, elastyczność procesu, znaczenie dla organizacji lub klienta.

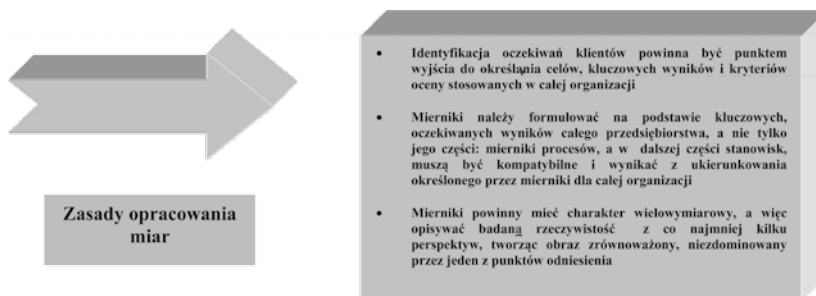
Atrybuty procesu są podstawą do formułowania mierników procesów. Mierzenie procesów z jednej strony potwierdza naszą wiedzę o przebiegu procesu, z drugiej strony może ujawniać słabe ogniwa w realizacji procesu.

G. Rummler i A. Branche proponują budowę mierników na trzech poziomach: organizacji, procesów i stanowiska pracy. Procedura budowy systemu miar w organizacji jest następująca [11, str.178]:

- określenie powiązania między wynikami organizacji, procesów i stanowisk pracy. Zbudowanie kompleksowego systemu pomiarowego rozpoczyna się na poziomie organizacji i polega na zidentyfikowaniu głównych wyników i celów,
- zidentyfikowanie kluczowych kryteriów opisujących każdy z wyników organizacji np. dla jakości mogą to być: dokładność, łatwość użycia, nowoczesność i niezawodność. Kryteria te powinny być oparte na oczekiwaniach wewnętrznych i zewnętrznych klientów oraz celach finansowych całej organizacji,
- opracowanie miar oceny każdego z kluczowych kryteriów. Sekwencja postępowania polega na stworzeniu jednej lub kilku miar,
- sformułowanie standardów dla każdej z miar, czyli granicznego spełnienia poziomu oczekiwań.

Tabela 1. Przykłady miar i standardów [11, str.181]

Wyniki	Kluczowe kryteria	Miary	Standardy (cele)
Kwalifikacja wniosków	Dokładność	Procent przypadków, w których określono potencjalną kwotę odszkodowania	W 75% przypadków określono potencjalną sumę odszkodowania
		Procent wniosków, w których sumę odszkodowań zidentyfikowano później	Dokonano korekty lub pojawiły się dodatkowe roszczenia w mniej niż 5 % przypadków
		Procent właściwie zakwalifikowanych wniosków	100% właściwie zakwalifikowanych i wprowadzonych wniosków
	Czas	Średni czas rozpatrywania	Średni czas rozpatrywania jednego wniosku 15 minut
Przyjmowanie zamówień	Dokładność	Liczba dobrze przyjętych	100% właściwie
	Czas	Liczba minut	W ciągu 2 minut



Rys. 2. Zasady opracowania miar w organizacji realizującej zarządzanie procesami.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4, str. 82].

Głównym uzasadnieniem wprowadzenia mierników poszczególnych procesów jest to, że [4, str.88]:

- precyzują cele i zakres odpowiedzialności poszczególnych ogniw systemu,
- ułatwiają koncentrację na najważniejszych dla organizacji działaniach w celu tworzenia wartości dodanej dla klientów zewnętrznych i wewnętrznych,
- pozostawiają swobodę wyboru sposobów działania, gdyż tworzą przestrzeń dla inwencji osoby odbierającej zasoby niezbędne do osiągnięcia oczekiwanego poziomu rezultatów,

- są podstawą uzasadnionych ocen realizatorów, co obiektywizuje poziom gratyfikacji, jakim wyróżnia się je w systemie wynagradzania,
- kształtują zachowania zmieniające kulturę organizacyjną.

Wybór odpowiednich mierników powinien wynikać z celów procesów, a te z kolei z celów założonych dla całego przedsiębiorstwa. Określając mierniki należy określić także metodologię prowadzenia pomiarów i zbierania danych.

System pomiarowy ma decydujący wpływ na zarządzanie efektywnością oraz ciągle doskonalenie organizacji [11, str.171].

Większość usprawnień procesów kończy się na rekomendacjach zmian w przedsiębiorstwie, jednakże rzadko towarzyszy im wdrożenie systemu pomiaru. Dostępność do wyników pomiaru i monitorowania realizowanych procesów jest warunkiem koniecznym zmiany postawy pracowników i ich sposobu realizacji zadań.

## ROLA I ZNACZENIE CONTROLLINGU PROCESÓW

Istotne zadanie przed jakim stoi controlling<sup>1</sup>, polega na gromadzeniu informacji dotyczących procesów przebiegających w firmie, a następnie ich usprawnianiu i podnoszeniu efektywności działania przedsiębiorstwa. A zatem wykorzystanie controllingu procesów umożliwia optymalne zarządzania organizacją.

Dla celów zarządzania współczesnym przedsiębiorstwem nie jest wystarczająca informacja o wielkości kosztów poniesionych w dziale, pionie lub zakładzie. Konieczna jest analiza i modelowanie procesów tak, aby było możliwe uchwycenie kosztów zjawisk ekonomicznych, a nie kosztów funkcji zaznaczonych na schemacie organizacyjnym.

Celem controllingu procesów jest zebranie, analiza i dystrybucja istotnych i wiarygodnych informacji o sprawności operacyjnej przedsiębiorstwa po to, aby uczestnicy procesów – menedżerowie i pracownicy – mogli realizować swoje zadania sprawniej.

Aby dobrać odpowiednie mierniki do procesu należy zrozumieć przebieg i elementy procesu: cel, właściciela, klientów, produkty, dostawców, wejścia, wyjścia.

Identyfikacja obszaru pomiaru to pierwszy i niezbędny etap w dążeniu do optymalizacji działalności firmy z wykorzystaniem controllingu procesów. Efektywność zarządzania procesowego wymaga zrozumienia zależności między czynnościami oraz mechanizmu podejmowania decyzji [2].

Konieczne jest zdefiniowanie krytycznych parametrów rezultatów procesów z punktu widzenia klienta (wewnętrznego, zewnętrznego) oraz opracowanie systemu monitorowania mierników efektywności procesów. System ten powinien być zaimplementowany w postaci rozwiązania informatycznego ze zdefiniowanymi parametrami: źródła danych, częstotliwość pomiaru danych, odpowiedzialności za pomiar.

<sup>1</sup> Controlling oznacza proces sterowania zorientowany na wynik przedsiębiorstwa, realizowany przez planowanie, kontrolę i sprawozdawczość [7, str. 9]

Niezbędne narzędzia wspierające realizację controllingu procesów stanowią zatem systemy informatyczne.

Właściwa implementacja monitoringu procesów jest zadaniem niełatwym, etapowym i wymagającym dobrego przygotowania. To złożone działanie wymaga opracowania i wdrożenia wielu procedur wewnętrznych, integrowania celów różnych działów oraz wyodrębnienia i likwidacji najsłabszych ogniw organizacji tzw. wąskich gardeł.

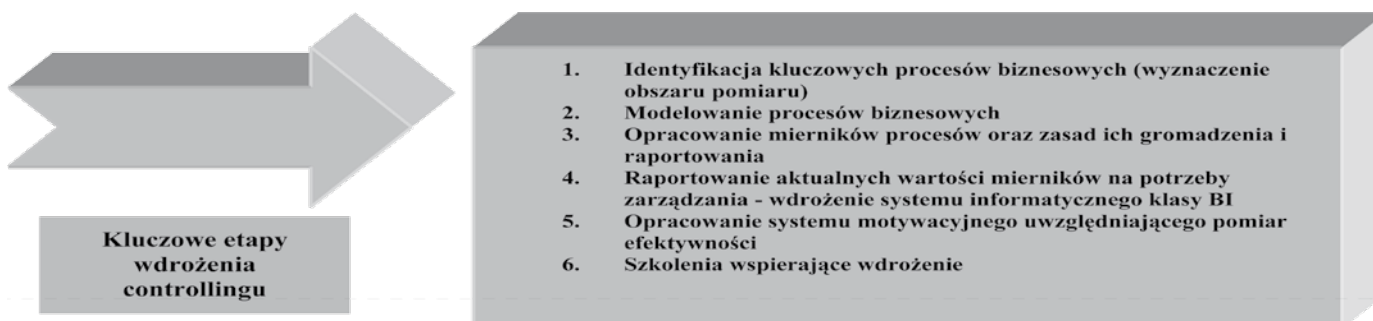
Dużym problemem, zwłaszcza w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, jest zagadnienie monitorowania procesów. Podczas auditów wewnętrznych właściciele procesów nie zawsze wiedzą, jak monitorowany jest ich proces [13].

Kontrola wyników procesów (podprocesów) służy zabezpieczeniu osiągnięcia określonych dla nich celów, przez wcześniejsze rozpoznawanie i korygowanie odchyłeń, a w konsekwencji wzrostowi skuteczności i efektywności procesów. Etapy kontroli są następujące [8]:

- mierzenie stanu rzeczywistego w obszarach objętych pomiarem,
- określenie odchyłeń przez porównanie celów z wielkościami rzeczywiście osiągniętymi,
- ocena istotności odchylenia i analiza przyczyn odchyłeń,
- opracowanie sposobów zaradczych niwelujących obecne odchylenia oraz zapobiegające ich wystąpieniu w przyszłości,
- pozyskiwanie informacji (zbieranie doświadczenia) na przyszłość.

W kontroli bieżącej procesów, mierzy się w krótkich odstępach czasu wydajność procesu (podprocesu) w zakresie ustalonych jego parametrów i porównuje przyjęte wartości celów dla określonych mierników z wartościami rzeczywistymi. Jeśli występują odchylenia, to podejmuje się działania korygujące. Częstość pomiarów zależy głównie od zapotrzebowania na informacje dla celów decyzyjnych. Czas procesu, terminowość i jakość procesu może być mierzona w odstępach tygodniowych (dwutygodniowych), natomiast koszty procesu - miesięcznych i kwartalnych. Zadowolenie klienta należy mierzyć w większych odstępach czasu (klientów wewnętrznych np. co kwartał, a zewnętrznych w odstępach półrocznych czy nawet rocznych). Im krótsze są odstępy czasu między kolejnymi pomiarami, tym szybciej można reagować na odchylenia i tym lepsze są efekty uczenia się wprowadzania zmian do procesów [8].

Obok bieżącej kontroli procesów może być wykorzystana, uzupełniająca ją, kontrola okresowa procesów. W kontroli



**Rys. 3.** Kluczowe etapy wdrożenia controllingu procesów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14].

okresowej sprawdza się wymogi i ramowe warunki, od których zależy skuteczność i efektywność procesów.

Korzyści z wdrożenia controllingu procesów są następujące:

- monitorowanie kluczowych wskaźników jakości i wydajności procesów biznesowych,
- kontrola kosztów na poziomie procesów w kontekście klientów czy produktów,
- podstawa do oceny inicjatyw projektowych w ramach realizowanych procesów biznesowych,
- podstawa do budowy systemu motywacyjnego pracowników.

## STRATEGICZNA KARTA WYNIKÓW

Instrumentem wspierającym zarządzanie procesami jest strategiczna karta wyników. Strategiczna karta wyników jest bardzo efektywnym narzędziem w zarządzaniu firmą, łączącym strategię firmy z grupą mierników, które pozwalają na monitorowanie przedsiębiorstwa w kluczowych dla niego obszarach działalności. Punktem wyjścia do wdrożenia Strategicznej Karty Wyników jest wizja i misja organizacji przekładająca się na krótko i długoterminową strategię. Strategiczna Karta Wyników wykorzystuje cztery odrębne, ale połączone ze sobą perspektywy: finansową, rozwoju, klienta, procesów – dające kierownictwu firmy informacje zarówno ilościowe jak i jakościowe na temat stopnia osiągnięcia wyznaczonych celów strategicznych przez jednostki, departamenty a nawet przez poszczególnych pracowników.



**Rys. 4.** Strategiczna Karta Wyników [15].



Rys. 5. Strategiczna Karta Wyników [5, str.28].

## PODSUMOWANIE

Wzrost efektywności jest dla większości przedsiębiorstw istotnym wymogiem konkurencyjności. Poprawa wyników jest pochodną dobrej organizacji procesów i sprawnej realizacji składających się na nie czynności. Controlling procesów ma na celu - udostępnienie wiarygodnych informacji o parametrach przebiegu procesów na potrzeby zarządzania przedsiębiorstwem. Konieczne jest wsparcie ze strony systemów informatycznych.

W wielu przedsiębiorstwach wykorzystujących podejście procesowe tworzone są modele procesów zawierających mierniki efektywności, ale w praktyce nie stanowią one przedmiotu oceny i rozliczenia, a zatem nie wywierają istotnego wpływu na zarządzanie.

## LITERATURA

- [1] Borucińska I.: BI+, czyli controlling procesów, *Controlling i Rachunkowość Zarządcza*, nr 5, 2007.
- [2] Borucińska I., Babińska K.: BI+, czyli controlling procesów, *Controlling i Rachunkowość Zarządcza*, nr 4, 2007.
- [3] Grajewski P.: *Koncepcja struktury organizacji procesowej*, Dom Organizatora, Toruń, 2003.
- [4] Grajewski P.: *Organizacja procesowa. Projektowanie i konfiguracja*, PWE, Warszawa, 2007.

- [5] Kaplan R.S., Norton D.P.: *Strategiczna karta wyników*, PWN, Warszawa, 2006.
- [6] Manganelli R.L., Klein M.M.: *Reengineering*, Warszawa, PWE 1998.
- [7] Mann R., Mayer E.: *Controlling w twojej firmie*, Centrum Kreowania Liderów, Skierniewice, 1996.
- [8] Nowosielski S. (red.): *Procesy i projekty logistyczne*, <http://procesy.ae.wroc.pl/>.
- [9] Perechuda K. (red.): *Zarządzanie przedsiębiorstwem przyszłości – koncepcje, modele, metody*, Wydawnictwo Placet, Warszawa, 2000.
- [10] Romanowska M., Trocki M., (red.): *Podejście procesowe w zarządzaniu*, SGH, Warszawa, 2004.
- [11] Rummier A.G., Brache A.P.: *Podnoszenie efektywności organizacji*, PWE, Warszawa, 2000.
- [12] Sierpińska M., Niedbała B.: *Controlling operacyjny w przedsiębiorstwie*, PWN, Warszawa, 2003.
- [13] Sołtys K., Ubych P., Wierzbic A.: *Wymagania normy ISO 9001:2000 – obserwacje w obszarze rozdziału 4, System zarządzania jakością, Zarządzanie jakością nr 2/2005*, [www.zj.com.pl](http://www.zj.com.pl).
- [14] <http://www.cogito.pl/projekty.php?id=4>, z dn. 28.12.07.
- [15] [http://www.kpmg.pl/dbfetch/52616e646f6d4956fffa-515e776ecc96473569b018f672db/bbs\\_pol\\_aug04.pdf](http://www.kpmg.pl/dbfetch/52616e646f6d4956fffa-515e776ecc96473569b018f672db/bbs_pol_aug04.pdf) z dnia 24.12.07.

## CONTROLLING THE BUSINESS PROCESSES

### SUMMARY

*The purpose of this article is to present the meaning of controlling the business processes for planning, coordinating and supervising the progress of economic processes which enable rationalization of activity of organization and accomplishing the goals determined by it. The article can be useful for those, who are interested in progressive, procedural approach to management.*

Dr inż. Radosław WINICZENKO  
Katedra Podstaw Inżynierii, Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## ALGORYTMY GENETYCZNE I ICH ZASTOSOWANIA®

*W artykule przedstawiono ogólną zasadę działania algorytmów genetycznych i ich zastosowanie w niektórych gałęziach inżynierii produkcji. Prostota działania algorytmów genetycznych i ich naturalność sprawiły, że stały się obiecującą metodą rozwiązywania trudnych problemów technologicznych. Obecnie zastosowanie algorytmów genetycznych jest imponujące. Stosowane są one bowiem w szeregowaniu zadań, modelowaniu finansowym, optymalizacji czy harmonogramowaniu.*

*Algorytmy genetyczne zdobywają coraz szersze obszary zastosowań w środowiskach naukowych, inżynierskich i w kręgach biznesu. Przyczyna jest oczywista: algorytmy genetyczne stanowią nieskomplikowane, a przy tym potężne narzędzie poszukiwania lepszych rozwiązań.*

### WPROWADZENIE

Algorytmy genetyczne (z ang. Genetic Algorithms, GA) stanowią (naśladując naturalną ewolucję) metodę rozwiązywania problemów, głównie zadań optymalizacyjnych. Cechuje je duża uniwersalność oraz prostota procedur przeszukiwania najlepszych rozwiązań metodą stochastyczną. Algorytmy genetyczne są procedurami przeszukiwania opartymi na mechanizmach doboru naturalnego i dziedziczenia. Korzystają z ewolucyjnej zasady przeżycia osobników najlepiej przystosowanych. Od tradycyjnych metod optymalizacji różnią się kilkoma zasadniczymi elementami.

Algorytmy genetyczne:

- nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania, lecz ich zakodowaną postać,
- prowadzą przeszukiwanie, wychodząc nie z pojedynczego punktu, lecz z pewnej ich populacji,
- korzystają tylko z funkcji celu, nie zaś z jej pochodnych lub innych pomocniczych informacji,
- stosują probabilistyczne, a nie deterministyczne reguły wyboru [16].

**Celem pracy jest przedstawienie zasady działania algorytmów genetycznych jako doskonałego narzędzia optymalizacyjnego, które z powodzeniem może być zastosowane w przemyśle rolno-spożywczym.**

### HISTORIA ALGORYTMÓW GENETYCZNYCH

Za początek algorytmów genetycznych przyjmuje się prace biologów: Barricelliego oraz Frasera z początku lat sześćdziesiątych XX wieku. Symulowali oni procesy genetyczne przy pomocy komputerów. Chociaż nie myślano wtedy o zastosowaniu tych symulacji do rozwiązywania problemów matematycznych, nie były one zbyt odległe od współczesnego rozumienia algorytmów genetycznych. Podwaliny pod zastosowania algorytmów genetycznych w zagadnieniach sztucznej adaptacji położył John Holland podczas prac nad systemami adaptacyjnymi w roku 1962. Od tej pory zaczęto używać algorytmów genetycznych w coraz szerszej klasie zastosowań. W 1967r. Bagley opracował algorytm genetyczny grający w prostą grę logiczną. W 1970r. algorytmy zastosowano do systemu rozpoznającego postacie ludzkie (przykład problemu nierozwiązywalnego tradycyjnymi metodami). W 1971 pojawiła się pierwsza praca badająca skuteczność algorytmów genetycznych do optymalizacji funkcji (Hollstein).

### PODSTAWOWE POJĘCIA GENETYCZNE

Algorytmy genetyczne swoje pojęcia zaczerpnęły wprost z genetyki. Do najczęściej używanych terminów należą: gen, chromosom, populacja, fenotyp. W literaturze możemy również spotkać pojęcia pochodzące ze słownictwa technicznego: łańcuch, ciąg binarny, struktura.

*Osobniki* są zakodowane w postaci chromosomów rozwiązania, określone jako punkty przestrzeni poszukiwań (z ang. *search points*).

*Populacja* jest zbiorem osobników o określonej liczebności.

*Chromosomy, czyli łańcuchy* stanowią uporządkowane ciągi genów. Długość chromosomów będzie uzależniona od warunków zadania. Warto podkreślić, że w organizmach żywych długość chromosomów może wynosić nawet do tysięcy genów.

Osobnik, który posiada parę chromosomów nazywa się osobnikiem diploidalnym, zaś osobnik z pojedynczym chromosomem nazywa się osobnikiem haploidalnym.

*Gen*, jak wiadomo z genetyki, jest podstawową materialną jednostką dziedziczenia, która jest związana z przekazywaniem poszczególnych cech dziedziczenia organizmu. Gen to pojedynczy element genotypu, w szczególności chromosomu. Gen może być również nazwany cechą, znakiem bądź detektorem.

*Genotyp, czyli struktura* jest zespołem chromosomów danego osobnika. W genetyce genotyp oznacza skład osobnika, w którym może występować więcej niż jeden chromosom. Komórki człowieka zawierają 46 chromosomów, natomiast w algorytmach genetycznych z reguły przyjmuje się, że genotyp składa się z jednego chromosomu, który jest traktowany jako osobnik populacji.

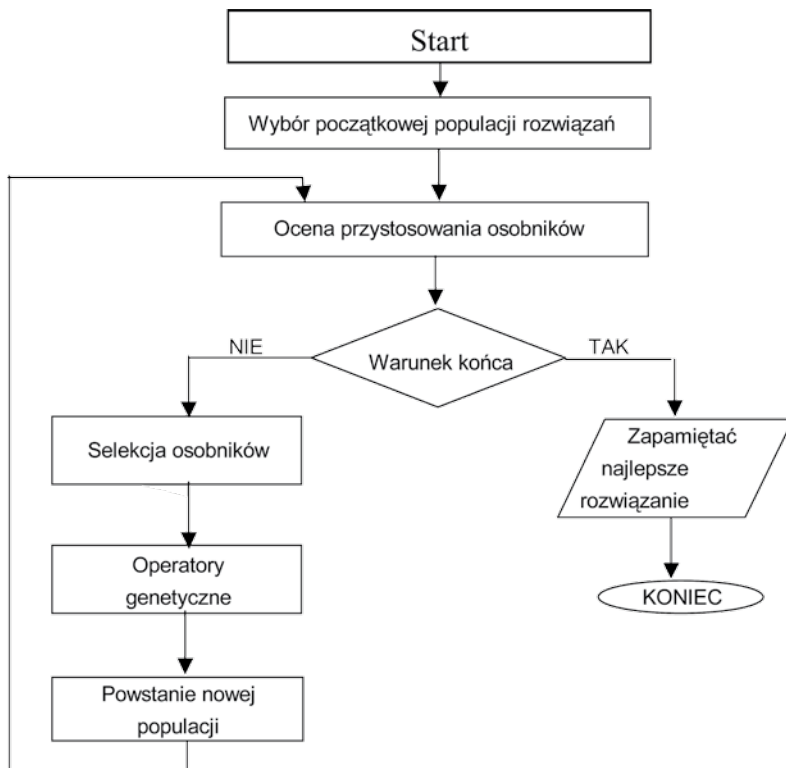
*Fenotyp* jest rozwiązaniem (zdekodowaną strukturą), punktem przestrzeni poszukiwań. Fenotyp jest zestawem wartości odpowiadających danemu genotypowi.

*Allel* to wartość danego genu. Może być również określaną jako wartość cechy.

*Locus* jest pozycją danego genu w chromosomie. Wskazuje na miejsce położenia danego genu w łańcuchu.

### ZASADA DZIAŁANIA ALGORYTMU GENETYCZNEGO

Klasyczny algorytm genetyczny przebiega wg schematu przedstawionego na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat blokowy działania klasycznego algorytmu genetycznego [16].

Na początku odbywa się *losowy wybór osobników* (chromosomów) do populacji początkowej. Chromosomy są reprezentowane przez ciągi binarne o określonej długości. Następnie dokonuje się *oceny przystosowania osobnika* w populacji na podstawie obliczonej funkcji przystosowania. Jeśli spełniony jest warunek końcowy (zatrzymania), następuje zapamiętanie najlepszego chromosomu. Jeśli nie, to następnym krokiem jest *selekcja osobników*.

W *selekcji osobników* naśladuje się mechanizm przeżycia w naturze. Oczekujemy, że osobnik o najwyższym stopniu przystosowania uzyska liczne potomstwo, tj pomnoży swój materiał genetyczny do następnego pokolenia. Natomiast osobniki o najniższym stopniu przystosowania powinny być wyeliminowane z procesu prokreacji. Najbardziej popularnymi metodami selekcji są: *metoda ruletki*, *turniejowa* czy *metoda rankingowa*.

Kolejnym ważnym etapem działania algorytmu genetycznego jest zastosowanie *operatorów genetycznych*. W klasycznym algorytmie genetycznym występują dwa podstawowe operatory genetyczne: *operator krzyżowania* (ang. *crossover*) oraz *operator mutacji* (ang. *mutation*). Krzyżowanie polega na wymianie fragmentu genotypu pomiędzy dwoma osobnikami. Proces ten odbywa się z założonym wcześniej prawdopodobieństwem  $p_k$ . Mutacja polega na zmianie wartości pojedynczego genu na przeciwny z prawdopodobieństwem  $p_m$ . Osobniki (chromosomy) otrzymane w wyniku działania operatorów genetycznych wchodzi w skład *nowej populacji*, która automatycznie staje się populacją bieżącą dla danej iteracji. Dla każdej następnej iteracji oblicza się wartość funkcji przystosowania i sprawdza się warunek zatrzymania. Jeśli warunek zatrzymania nie jest spełniony dalej przechodzi się do selekcji i kolejnych etapów algorytmu. Jeśli warunek jest spełniony wyprowadza się wynik w postaci chromosomu o największej wartości funkcji przystosowania.

## FUNKCJA PRZYSTOSOWANIA

Funkcja przystosowania (z ang. *fitness function*) jest bardzo istotnym pojęciem w algorytmach genetycznych, ponieważ od jej poprawnego sformułowania zależy ocena chromosomów podczas ewolucji. Nazwana również *funkcją dopasowania* lub *funkcją oceny* jest miarą przystosowania (dopasowania) danego osobnika w populacji. Na jej podstawie oceniamy stopień przystosowania danego osobnika w populacji i wybieramy osobnika o największej wartości funkcji przystosowania. W zagadnieniach optymalizacyjnych funkcją przystosowania jest funkcja maksymalizowana. W zagadnieniach minimalizacji przekształca się funkcję celu, sprowadzając problem do zagadnienia maksymalizacji. W teorii sterowania, funkcja przystosowania może być *funkcją błędu*, a w teorii gier *funkcją kosztu* [16].

## ZASTOSOWANIA ALGORYTMÓW GENETYCZNYCH

Algorytmy genetyczne mogą być użyte do rozwiązywania problemów, w których inne metody są nieskuteczne i mało efektywne. Często są to problemy nieliniowe, nieciągłe, źle uwarunkowane lub trudne do matematycznego sformułowania.

Algorytmy genetyczne stosuje się jako doskonałe narzędzie do poprawienia efektywności innych metod optymalizacji poprzez wskazanie dobrych punktów startowych dla tych metod [6].

Dzięki swojej wydajności i prostocie implementacji AG znalazły szerokie zastosowanie w rozwiązywaniu problemów takich jak: szeregowanie zadań, konstrukcja strategii inwestycyjnych, modelowanie finansowe, optymalizacja funkcji, podejmowanie decyzji oraz minimalizacja kosztów czy harmonogramowanie pracy itp. [19].

W zarządzaniu produkcją, algorytmy genetyczne zastosowano do znalezienia optymalnych wartości wielu parametrów, które reprezentują wagi pewnych kryteriów. Celem pracy [8] był dobór odpowiednich wag dla każdego z surowców, których ilość jest wyrażona w różnych jednostkach. W tym przypadku zajmowano się harmonogramowaniem czterech maszyn, przy założeniu, że dana operacja wykonana jest za pomocą jednej maszyny a maszyny pracują w trybie sekwencyjnym.

W dalszych pracach zajmowano się udoskonaleniem przepływu podzespołów przez gniazdo wytwórcze [8,13] lub minimalizacją kosztów transportu, czasu pracy maszyny i czasu jej przygotowania do pracy. Wystąpił również problem harmonogramowania pracy elastycznego gniazda produkcyjnego oraz zapewnienie minimalnego czasu procesu produkcyjnego w otwartym (z ang. *open shop*) systemie produkcyjnym.

Za pomocą algorytmu genetycznego prognozowano popyt na określone produkty w celu ustalenia wielkości produkcji w danym okresie planistycznym [17].

W budowie maszyn wykorzystano algorytmy genetyczne do zaprojektowania odpowiednich cech sieci przemysłowej płynów. Często wykorzystuje się tę metodę do optymalizacji kształtu poprzez zminimalizowanie masy własnej z uwzględnieniem zachowania odpowiednich właściwości wytrzymałościowych.

W niektórych pracach algorytmy użyto do optymalizacji parametrów technologicznych niektórych metod spajania materiałów czy optymalizacji kosztów całego procesu technologicznego [4].

W przemyśle lotniczym zastosowano wielokryterialną optymalizację konstrukcji skrzydła samolotu poprzez minimalizację jego ciężaru, minimalizację oporu aerodynamicznego, indukowanego czy falowego czy nawet maksymalizację ilości paliwa magazynowanego w skrzydle [15].

W eksploatacji maszyn algorytmy genetyczne znalazły zastosowanie do kontroli sposobu wytwarzania energii elektrycznej z zastosowaniem kilku jej źródeł jak również do rozwiązania odwrotnego zadania przepływu ciepła. Kolejnymi przykładami tej metody poszukiwań są optymalizacje sieci komputerowej, projektowanie laminatów czy poszukiwanie strategii rozwiązania pewnych problemów sterowania.

Podstawowym celem pracy [1] była optymalizacja sieci komputerowej poprzez zapewnienie jej sprawnego i efektywnego funkcjonowania. Autorzy tej publikacji zastosowali zmodyfikowany algorytm genetyczny, wykorzystujący sterownik rozmyty oceniający poszczególnych osobników w danej populacji.

Badania nad tymi metodami heurystycznymi dotyczyły również różnych zagadnień z zarządzania, takich jak: identyfikacja reguł do prognozowania rentowności przedsiębiorstwa, ustalanie preferencji konsumenta, prognozowanie na rynku finansowym, analiza bankructwa, klasyfikacja ryzyka kredytowego, zarządzanie łańcuchem dostaw [10], ustalanie optymalnego czasu reklamowego w telewizji, zadania transportowe a także optymalizacja sieci dystrybucyjnej [11].

## PODSUMOWANIE

Algorytmy genetyczne mogą być doskonałym narzędziem optymalizacyjnym, które z powodzeniem może być zastosowane w przemyśle rolno-spożywczym.

Zakłady produkcyjne w przemyśle spożywczym wyposażone są w liczne linie technologiczne do wytwarzania żywności. Maszyny i urządzenia, które stanowią elementy składowe tych linii produkcyjnych wymagają ciągłej optymalizacji. Optymalizacja może dotyczyć parametrów procesów technologicznych jak temperatura czy ciśnienie oraz parametrów procesu takich jak zapotrzebowanie mocy czy wydajność. Istnieje również duże zróżnicowanie w konstrukcjach i parametrach pracy tych maszyn i urządzeń, która wynika z różnorodności przetwarzanych surowców, wytwarzanych produktów i zmienności ich właściwości [12]. Algorytmy genetyczne mogą również służyć do optymalizacji systemów sterujących procesami technologiczno-transportowymi. Duże znaczenie i udział w logistyce przemysłu rolno-spożywczego mają maszyny i urządzenia transportowe, które gwarantują przepływ masy towarowej przychodzącej i wychodzącej w obrębie wydziałów produkcyjnych i poszczególnych stanowisk. Istotną rolę odgrywa tu specjalistyczny transport żywności, zbóż, mleka, owoców i warzyw, mięsa czy innych surowców, który wymaga wyposażenia w systemy sterujące procesami technologicznymi. Systemy te mogą być wspomagane procedurami poszukiwań lepszych rozwiązań za pomocą metod sztucznej inteligencji.

Jednak nie należy się spodziewać, że rozwiązanie znalezione przez algorytm genetyczny będzie rozwiązaniem optymalnym, najlepszym z możliwych. Nie jest to oczywiście wykluczone, lecz na ogół otrzymane rozwiązanie znajduje się w sąsiedztwie rozwiązania optymalnego, co w znakomitej większości problemów jest satysfakcjonujące na tyle, że nie ma potrzeby dalszego poszukiwania rozwiązania optymalnego [6].

Według autora [14] algorytmy genetyczne nadają się do skomplikowanych zadań optymalizacji kombinatorycznej o dużej skali i zadań inżynierskich z wieloma ograniczeniami. Różnią się one znacznie od algorytmów czysto losowych, gdyż łączą elementy przeszukiwania bezpośredniego i stochastycznego, z tego powodu algorytmy genetyczne są bardziej niezawodne niż istniejące algorytmy bezpośredniego przeszukiwania. Drugą ważną cechą metod opartych na przeszukiwaniu genetycznych jest fakt, że zachowują one całe populacje potencjalnych rozwiązań, gdy tymczasem inne metody przetwarzają tylko jeden punkt przeszukiwań przestrzeni.

## LITERATURA

- [1] Akbulut O., Osman O., Ucan O.: Computer Network optimization using genetic algorithm, *Journal of Electrical & Electronics Engineering*, Volume 6, No.2, 2006.
- [2] Arabas J.: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, Warszawa, 2001.
- [3] Biethahn J., Nissen V.: *Evolutionary Algorithms in Management Applications*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1995.
- [4] Correia D., Ferraresi V.: Welding process selection through a double criteria: Operational cost and non-quality costs, *Journal of Materials Processing Technology*, 184, 2007.
- [5] Cytowski J.: Algorytmy genetyczne: podstawy i zastosowania, PLJ, Warszawa 1996.
- [6] Goldberg D.E.: Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.
- [7] Guvenir H.A., Vel E.: Multicriteria Inventory Classification using Genetic Algorithm, *EJOR* 1998.
- [8] Hang Q., Fan Z.: A genetic algorithm for Job-Shop Multiobjective Scheduling on Multiple Machines, *Modeling Management and Control MIM* 1997, Vienna.
- [9] Knosala R.: Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w inżynierii produkcji, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
- [10] Lee H., Kim S.: Integration of process planning and scheduling using simulation based genetic algorithms, *Int. J. Adv. Manuf. Technology*, 2001.
- [11] Lee SG., Khoo LP., Yin XF.: Optimising an assembly line through simulation augmented by genetic algorithms, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 2000.
- [12] Lenart A.: *Maszynoznawstwo przemysłu spożywczego*, Wydawnictwo SGGW, 2003.
- [13] Maturami F., Gu P., Naumann A.: Object-Oriented Job-Shop Scheduling Using Genetic Algorithm, *Computers in Industry* 1997.

- [14] Michalewicz Z.: Algorytmy genetyczne + Struktura danych = Programy ewolucyjne, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999.
- [15] Obayashi S.: Pareto Genetic Algorithm for Aerodynamic Design Using the Navier–Stokes Equation,” Genetic Algorithms in Engineering, John & Willey & Sons, 1998.
- [16] Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L.: Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
- [17] Stockton and L. Quinn.: Aggregate production planning using genetic algorithms, Journal of engineering Manufacture, 1995.
- [18] Vose M.D.: The simple genetic algorithm, Foundations and Theory”, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
- [19] Zieliński J.S.: Inteligentne systemy w zarządzaniu, Teoria i Praktyka, PWN, Warszawa 2000.

## GENETIC ALGORITHMS AND THEIR APPLICATIONS

### SUMMARY

*The paper presents a general principle of genetic algorithms operation and their application in production. The genetic algorithms have more and more applications in scientific, engineering and management fields. The reason of this popularity is quite obvious: the genetic algorithms are simple, but also powerful tool for searching of better results.*

*GA are biologically inspired search procedures that have been used to solve different NP-hard problems. They try to extract ideas from a natural system, in particular the natural evolution, in order to develop computational tools for solving engineering problems.*



Prof. zw. dr hab. Lidia BIAŁOŃ  
Dr inż. Danuta JANCZEWSKA

## WIEDZOCHŁONNOŚĆ PROCESÓW INNOWACYJNYCH W PRZEMYŚLE POLSKIM W LATACH 1997-2004®

Celem pierwszej części artykułu [1] było przedstawienie i argumentacja za stosowaniem mierników wiedzechłonności oraz naukochłonności do analizy gospodarki opartej na wiedzy, w szczególności zaś do procesów innowacyjnych. W drugiej części artykułu prezentowanego w niniejszym numerze zawarta jest charakterystyka poziomu, dynamiki i struktury nakładów na innowacje polskiego przemysłu w świetle danych GUS. Na tej podstawie omówione zostały wskaźniki oraz kapitałochłonność nakładów na procesy innowacyjne.

Analiza prezentowana w niniejszym artykule odnosi się do poszczególnych gałęzi przemysłu. Wyniki analizy pozwoliły na wstępne postawienie hipotezy, iż zmniejszające się wskaźniki wiedzechłonności gałęzi przemysłu nie przyczynią się do zrealizowania Strategii Lizbońskiej. Tym samym opóźni się proces budowania gospodarki opartej na wiedzy. Informacje na temat poziomu wiedzechłonności oraz naukochłonności w układzie gałęziowym są więc przydatne do formułowania polityki proinnowacyjnej państwa i stanowią także argument w staraniach przedsiębiorstw o dofinansowanie projektów badawczych [5]. Aktualnie konieczne staje się przeprowadzenie szerszych badań nad innowacyjnością gospodarki i jej uwarunkowaniami – a w tym badaniach o wiedzechłonności i naukochłonności.

### WPROWADZENIE

W pierwszej części artykułu zwrócona została uwaga na celowość analizy wiedzechłonności oraz naukochłonności gospodarki na różnych jej poziomach zarządzania. W procesie kształtowania gospodarki opartej na wiedzy bezdyskusyjną rolę spełniają innowacje. Ponieważ przemysł jest największym działem gospodarki narodowej, stąd też procesy innowacyjne dokonujące się w tym dziale w zdecydowany sposób wpływają na stopień zaawansowania gospodarki opartej na wiedzy. Wyniki analizy wiedzy- i naukochłonności w procesach innowacyjnych w przemyśle pozwolą na formułowanie wniosków, co do tendencji w budowie gospodarki opartej na wiedzy – a w konsekwencji na kształtowanie polityki w tym zakresie.

### METODA BADAŃ

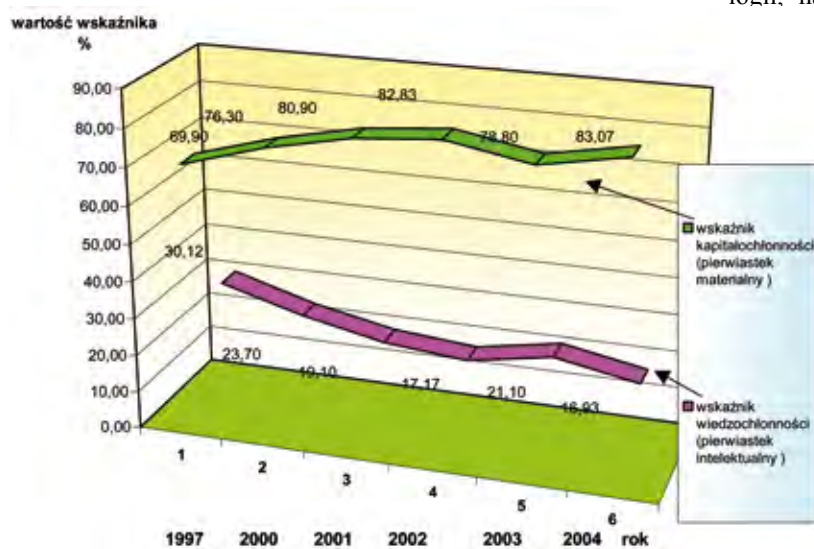
Dane GUS umożliwiają przeprowadzenie wstępnych badań i sformułowanie ogólnych wniosków co do kształtowania wiedzechłonności procesów innowacyjnych, a w tym naukochłonności procesów innowacyjnych na poziomie gałęzi przemysłu – i mogą stać się punktem wyjścia do badań na poziomie przedsiębiorstw, produktów i procesów.

Dane GUS publikowane są w układzie gałęziowym - (wg obowiązującej klasyfikacji EKD) i obejmują strukturę nakładów na innowacje – w tym nakłady na B+R, na zakup nowej technologii, zakup maszyn i urządzeń, na budynki i budowle, na szkolenia oraz na marketing wyrobów nowych i zmodernizowanych, a także nakłady związane z oprogramowaniem, komputeryzacją i inne wydatki związane z procesem wdrożeniowym.

Przypominamy, iż nakłady na B+R, na zakup technologii, na szkolenia związane z działalnością innowacyjną oraz nakłady na marketing identyfikują pierwiastek intelektualny, czyli wiedzechłonność. Dwie pierwsze grupy są traktowane jako miernik naukochłonności, a nakłady na zakup maszyn i urządzeń oraz na budynki i budowle wykorzystujemy do oceny kapitałochłonności nakładów na innowacje.

Z punktu widzenia zawartości pierwiastka intelektualnego w procesach innowacyjnych interesującymi nas danymi są poszczególne wymienione nakłady na te procesy. Wskaźniki wyliczone na ich podstawie posłużą do wnioskowania o poziomie i tendencji w zakresie kształtowania wiedzechłonności i naukochłonności procesów innowacyjnych poszczególnych gałęzi produkcji i do wskazania różnic między nimi. Pozwolą też na klasyfikację branż według poziomu wiedzechłonności i naukochłonności.

Układ branż według wskaźników wiedzechłonności oraz naukochłonności można też porównać z pewnymi wskaźnikami charakteryzującymi skut-



Rys. 1. Wskaźniki naukochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle

Źródło: GUS – Działalność innowacyjna przedsiębiorstw przemysłowych w latach 2002-2004, Warszawa 2006

**Tabela 1.** Poziom wskaźnika wiedzochłonności i naukochłonności w przemyśle wg sekcji i działów w latach 1997-2002-2004

sekcja i dział PKD	1997		2002		2004	
	wiedzochłonność %	kapitałochłonność %	wiedzochłonność %	kapitałochłonność %	wiedzochłonność %	kapitałochłonność %
ogółem	30,12	69,88	17,17	82,83	16,93	83,07
Produkcja artykułów spożywczych i napojów	34,78	65,22	17,79	82,21	13,07	86,93
Produkcja wyrobów tytoniowych	5,40	94,60	16,17	83,83	25,03	74,97
włókiennictwo	10,00	90,00	9,99	90,01	10,54	89,46
prod. Odzieży i wyrobów futrzarskich	26,14	73,86	15,00	85,00	11,52	88,48
Produkcja skór wyprawianych i wyrobów ze skór	7,01	92,99	5,51	94,49	12,12	87,88
Produkcja drewna i wyrobów z drewna oraz ze słomy i wikliny	8,36	91,64	2,14	97,86	2,73	97,27
Produkcja masy włóknistej, papieru oraz wyrobów z papieru	3,31	96,69	4,53	95,47	3,25	96,75
Działalność wydawnicza; poligrafia i reprodukcja zapisanych nośników informacji	6,68	93,32	12,18	87,82	10,50	89,50
Produkcja koksu, produktów rafinacji ropy naftowej i paliw jądrowych	5,67	94,33	27,20	72,80	11,07	88,93
Produkcja wyrobów chemicznych	35,12	64,88	45,54	54,46	26,81	73,19
Produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych	31,38	68,62	10,93	89,07	12,95	87,05
Produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych	11,25	88,75	9,38	90,62	9,47	90,53
Produkcja metali	35,40	64,60	15,75	84,25	15,23	84,77
Produkcja metalowych wyrobów gotowych z wyłączeniem maszyn i urządzeń	33,35	66,65	32,91	67,09	11,12	88,88
Produkcja maszyn i urządzeń gdzie indziej niesklasyfikowana	71,70	28,30	22,06	77,94	31,92	68,08
Produkcja maszyn biurowych i komputerów	bd	bd	10,89	89,11	84,00	16,00
Produkcja maszyn i aparatury elektrycznej gdzie indziej niesklasyfikowana	32,28	67,72	34,34	65,66	21,90	78,10
Produkcja sprzętu i urządzeń radiowych telewizyjnych i telekomunikacyjnych	75,92	24,08	25,42	74,58	18,55	81,45
Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych, optycznych, zegarów i zegarków	30,37	69,63	55,93	44,07	59,02	40,98
Produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep	20,94	79,06	6,79	93,21	20,40	79,60
Produkcja pozostałego sprzętu transportowego	80,13	19,87	22,84	77,16	54,51	45,49
Produkcja mebli; działalność produkcyjna gdzie indziej niesklasyfikowana	39,70	60,30	10,74	89,26	9,26	90,74
Przetwarzanie odpadów	0	0	6,98	93,02	0,54	99,46
Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę	41,86	58,14	8,14	91,86	16,14	83,86

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GUS – Działalność innowacyjna przedsiębiorstw przemysłowych w latach 2002-2004, Warszawa 2006

ki procesów innowacyjnych np. dynamikę rozwoju gałęzi przemysłu, czy wskaźnikami eksportu wyrobów nowych i zmodernizowanych. Można też podjąć próbę zbadania siły związku pomiędzy wielkością eksportu a dynamiką produkcji produktów opartych o wiedzę.

Przy porównywaniu tych wielkości należy jednak przyjąć pewien odstęp czasowy pomiędzy poniesionymi wydatkami a osiągniętymi efektami. Okres ten może wynosić 2-5 lat – w zależności od branży, w jakiej procesy te się dokonują.

Wyniki takich porównań dają ogólny pogląd na kształtowanie wiedzochłonności i naukochłonności produktów, usług

i procesów i mogą stanowić punkt wyjścia pogłębionych badań na poziomie przedsiębiorstw różnej wielkości, czy też produktów. Analiza pierwiastka intelektualnego poszczególnych branż może być podstawą do określania potrzeb (chłonności) danej branży na B+R, szkolenia, czy marketing.

Polityka państwa powinna wspierać udział pierwiastka intelektualnego we współczesnych procesach innowacyjnych. Przestrzegając zasad Strategii Lizbońskiej - państwo powinno posiadać wiedzę na temat przyszłego rozwoju procesów innowacyjnych, a co za tym idzie na temat kształtowania się struktury wydatków na te procesy. Uwzględnienie wydatków związanych z udziałem pierwiastka intelektualnego pozwoli na zminimalizowanie możliwości pogłębiania luki technologicznej pomiędzy krajami, gałęziami, przedsiębiorstwami przodującymi w świecie w zakresie poziomu technicznego i technologicznego – a krajem podejmującym decyzje w zakresie polityki proinnowacyjnej.

## WIEDZOCHLONNOŚĆ PROCESÓW INNOWACYJNYCH W PRZEMYSŁE W POLSCE W LATACH 1997-2004

Dane liczbowe do analizy wiedzochłonności zawarte są w tabeli 1<sup>1</sup>, na podstawie której zbudowane zostały tabele 2, 3 i 4 oraz wykresy rys.1,2,3,4:

- Tabela 1: Poziom wskaźnika wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle w układzie sekcji i działów PKD w latach 1997-2004,
- Tabela 2: Struktura nakładów na innowacje w przemyśle ogółem w latach 1997-2004,
- Tabela 3: Struktura wskaźników wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle w latach 1997-2004,
- Tabela 4: Wskaźniki wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje dla przemysłu ogółem i dla przemysłu spożywczego,
- Tabela 5: Klasyfikacja działów i sekcji przemysłu wg poziomu wskaźników wiedzochłonności w latach 1997-2004,
- Rys. 1: Wskaźniki wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle w latach 1997-2004,

- Rys. 2: Struktura nakładów na innowacje w przemyśle według ich rodzajów w latach 1997-2004,
- Rys. 3: Dynamika wskaźników wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle według sekcji i działów wg PKD w latach 1997-2004,
- Rys. 4: Wskaźniki wiedzochłonności i kapitałochłonności

1 Wszystkie wskaźniki zawarte w tabelach 1,2,3,4, są wynikiem własnych obliczeń na podstawie danych zawartych w publikacji [2].

nakładów na innowacje w przemyśle ogółem i w przemyśle spożywczym w latach 1997-2004.

**Tabela 2.** Struktura nakładów na innowacje w przemyśle ogółem w latach 1997-2004

struktura % nakładów	rok					
	1997	2000	2001	2002	2003	2004
nakłady na budynki	17,7	22,4	26,1	20,1	15,6	23,2
nakłady na maszyny i urządzenia	52,2	53,9	54,8	62,8	63,3	59,8
nakłady na B+R	12,8	12,8	10,2	9,3	11,1	7,5
zakup technologii	5,5	2,4	1,9	3,0	4,8	2,8
koszty szkolenia	0,7	1,1	0,7	0,2	0,2	0,3
marketing nowych wyrobów	4,1	3,2	2,8	1,5	1,4	2,6
zakup oprogramowania, inne	7,0	4,2	3,5	3,2	3,7	3,8
razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: GUS – Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2002-2004, Warszawa 2006

Wskaźniki wiedzochłonności ogólnych nakładów na innowacje kształtowały się na stosunkowo niskim poziomie i wyniosły od 31,2% w roku 1997 – do 17% w roku 2004 (tab.1). Dane statystyczne wskazują na wyraźne tendencje spadkowe tego wskaźnika. Sytuacja w zakresie wiedzochłonności jest zróżnicowana w układzie gałęziowym. Nie widać żadnych prawidłowości zarówno w kształtowaniu zarówno jego poziomu, jak i dynamiki, czy też struktury. Są gałęzie, w których wskaźnik ten wykazuje tendencje wzrostowe – należą do nich: produkcja artykułów tytoniowych, produkcja skór wyprawianych, branża wydawnicza i poligraficzna, branża instrumentów medycznych, precyzyjnych, optycznych oraz zegarów i zegarków. Rozpiętość omawianego wskaźnika jest bardzo duża i wynosi w roku 1977 od 3,3% (branża produkcji masy włóknistej i papieru) do 80,1% (produkcja pozostałego sprzętu transportowego), w roku 2002 – od 2,2% (produkcja drewna i wyrobów z drewna) do 55,9% (produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych, optycznych, zegarów i zegarków), a w roku 2004 – od 2,7% (wyroby z drewna) do 83,6% (produkcja maszyn biurowych i komputerów).

Do celów analizy – gałęzie przemysłu zostały podzielone na trzy grupy według poziomu wskaźnika wiedzochłonności (tab. 5)<sup>2</sup>:

- grupa o najniższym poziomie wiedzochłonności – od 0 do 9,9%
- grupa o średnim poziomie wiedzochłonności – od 10,0 do 19,9%
- grupa o najwyższym poziomie wiedzochłonności – od 20 do 30%.

Porównanie gałęzi przemysłu pod względem wiedzochłonności na przestrzeni lat 1997 i 2004 wskazuje na korzystną tendencję (tab.5). Następuje przesuwanie gałęzi z wyższych przedziałów wiedzochłonności do niższych. W przedziale najniższym (do 9,99%) w roku 1997 było 6 gałęzi, w 2004 – 5, w przedziale od 10-19,99% w roku 1997 były 2 gałęzie, a w roku 2004 – 11 gałęzi. W przedziale najwyższym w roku 1997 było 14 gałęzi, w roku 2004 – 8 gałęzi. Z poziomu najniższe-

2 Statystyki OECD stosują często do celów analitycznych podział gałęzi na 4 typy przemysłowe: 1- wysokiej techniki, 2-średnio-wysokiej techniki, 3-średnio niskiej techniki oraz 4- niskiej techniki. Kryterium zaliczania danej gałęzi przemysłu do odpowiedniej grupy jest udział wydatków na B+R w jej przychodach. Analiza zawarta w tym artykule dotyczy wiedzochłonności procesów innowacyjnych w gałęziach przemysłu.

go w roku 1997 do poziomu najwyższego przeszła produkcja wyrobów tytoniowych. W tym samym przedziale wiedzochłonności w analizowanych latach – znalazły się następujące gałęzie: wyrobów chemicznych, maszyn i urządzeń gdzie indziej nie sklasyfikowanych, maszyn i aparatury elektrycznej gdzie indziej nie sklasyfikowanej, instrumentów medycznych, precyzyjnych, optycznych, zegarów i zegarków, pojazdów samochodowych, przyczep i naczep, pozostałego sprzętu transportowego, włókiennictwo. Natomiast pogorszyły swoją pozycję pod względem klasy wiedzochłonności w roku 2004 w porównaniu z rokiem 1997 następujące gałęzie: produkcja artykułów spożywczych, odzieży i wyrobów futrzarskich, wyrobów gumowych i tworzyw sztucznych, produkcja metali, produkcja mebli, działalność produkcyjna gdzie indziej nie sklasyfikowana, produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych. W roku 1997 nie były wyodrębnione w statystyce dwie gałęzie: produkcja maszyn biurowych i komputerów (najwyższa wiedzochłonność w roku 2004) oraz przetwarzanie odpadów (najniższy przedział wiedzochłonności w roku 2004).

**Tabela 3.** Struktura wskaźników wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle

struktura nakładów	lata					
	1997	2000	2001	2002	2003	2004
budynki	17,70	22,40	26,10	20,07	15,60	23,23
maszyny i urządzenia	52,20	53,90	54,80	62,76	63,30	59,84
wskaźnik kapitałochłonności (pierwiastek materialny)	69,90	76,30	80,90	82,83	78,80	83,07
B+R	12,87	12,80	10,20	9,29	11,10	7,50
zakup gotowej technologii	5,50	2,40	1,90	2,99	4,80	2,81
szkolenie	0,75	1,10	0,70	0,19	0,20	0,26
marketing nowych i zmodernizowanych wyrobów	4,07	3,20	2,80	1,51	1,40	2,62
inne	6,93	4,20	3,50	3,19	3,70	3,74
wskaźnik wiedzochłonności (pierwiastek intelektualny)	30,12	23,70	19,10	17,17	21,10	16,93

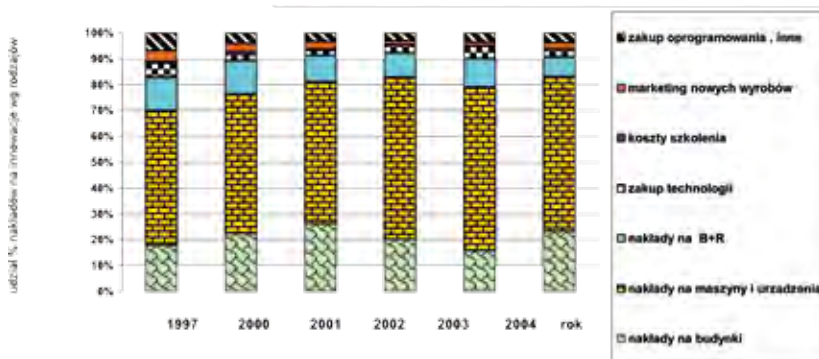
Źródło: GUS- Działalność innowacyjna przedsiębiorstw przemysłowych w latach 2002-2004, Warszawa 2006

W przemyśle spożywczym wskaźnik wiedzochłonności wynosił w roku 1997 30,1% i obniżył się w roku 2002 do poziomu 17,8%, a w roku 2004 do 13,2%. Przemysł ten znajdował się w roku 1997 w grupie o najwyższym poziomie wskaźnika wiedzochłonności, a w kolejnych okresach zalicza się do grupy o średnim poziomie tego wskaźnika. Spadającemu wskaźnikowi wiedzochłonności towarzyszy rosnący wskaźnik kapitałochłonności procesów innowacyjnych.

**Tabela 4.** Wskaźniki wiedzochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje dla przemysłu ogółem i przemysłu spożywczego

struktura nakładów / rok		1997	2002	2004
przemysł ogółem	kapitałochłonność przemysłu ogółem	69,9	80,9	83,0
	wiedzochłonność przemysłu ogółem	30,1	17,2	17,0
przemysł spożywczy	kapitałochłonność przemysłu spożywczego	86,77	82,21	86,77
	wiedzochłonność przemysłu spożywczego	30,12	17,79	13,23

Źródło: GUS – Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2002-2004, Warszawa 2006



**Rys. 2.** Struktura nakładów na innowacje w przemyśle według ich rodzajów – w latach 1997-2004

Źródło: GUS – Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2002-2004, Warszawa 2006

Warto zauważyć, iż przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego w małym stopniu korzystały z możliwości współpracy z jednostkami sektora nauki w zakresie podnoszenia konkurencyjności swojej działalności drogą wprowadzania nowych produktów, czy wdrażania nowych procesów technologicznych. Na 385 projektów celowych zrealizowanych i wdrożonych przez MŚP w latach 2002-2006 w ramach programu NOT[3], 15 dotyczyło przemysłu spożywczego. Jako przykłady można podać następujące tematy:

- Opracowanie i uruchomienie produkcji piwa bezalkoholowego metodą biotechnologiczną,
- Opracowanie i uruchomienie produkcji kiszonek z odpadów przemysłu piwowarskiego,

- Wdrożenie modelowej monitorowanej linii gorzelniczej w aspekcie utrzymania wysokiej jakości spirytusu,

- Opracowanie i wdrożenie gwarantowanej technologii membranowej uzdatniania kondensatów wodnych uzyskiwanych przy produkcji proszku mlecznego i serwatkowego,

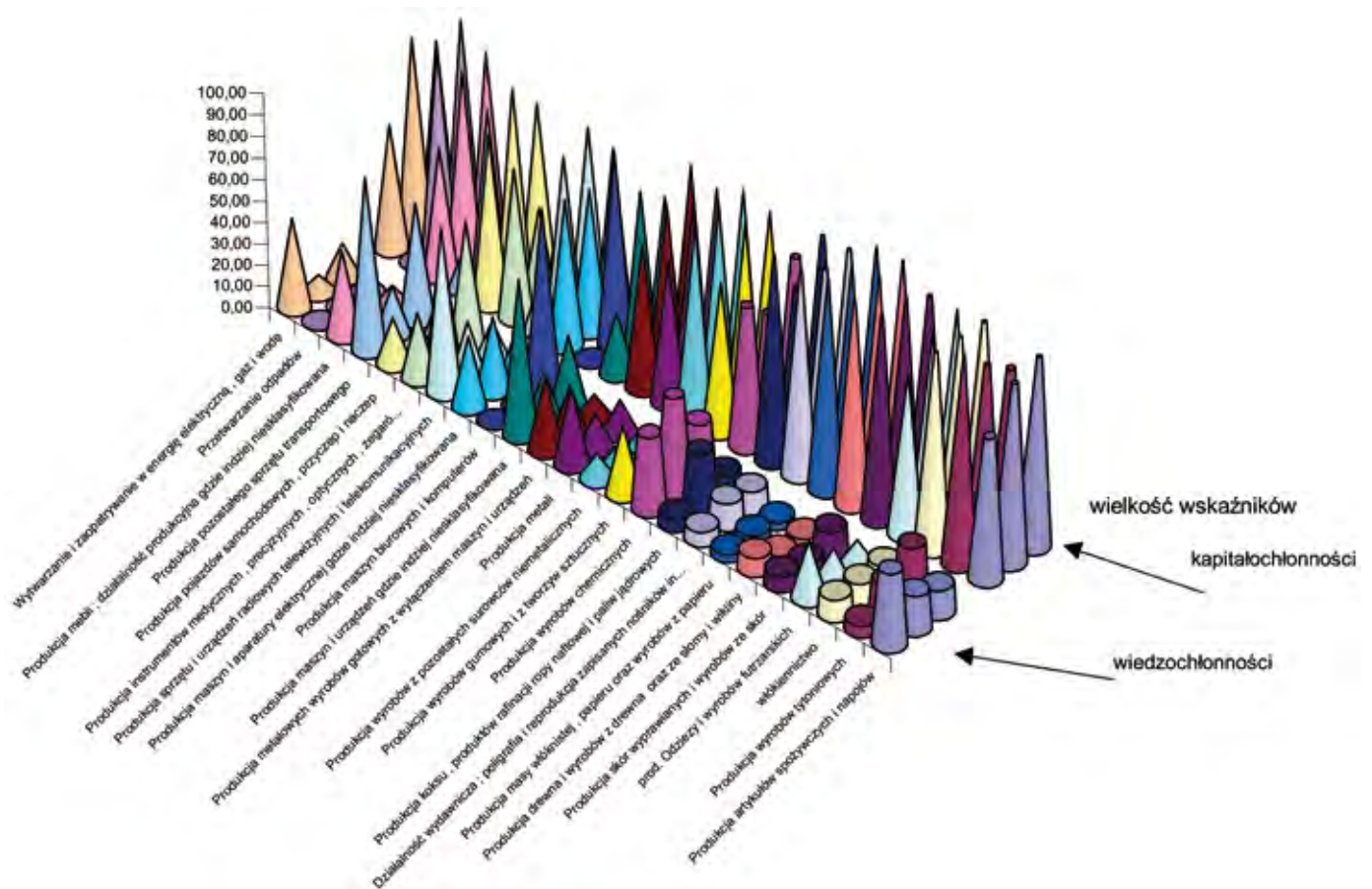
- Opracowanie i wdrożenie nowej linii koncentratów spożywczych - instant zupy pomidorowej i barszczu, sosu grzybowego i do pieczenia, kaszy mannej wieloowocowej, kisielu jabłkowego i truskawkowego z kawałkami owoców i witaminą C – opartych na surowcach krajowych,

- Opracowanie i wdrożenie do produkcji serów twarogowych o cechach struktury ziarnistej, o wysokiej wartości odżywczej oraz zawartości wapnia o wysokiej biodostępności,

- Opracowanie i wdrożenie do produkcji pieczywa mieszanego w oparciu o kultury starterowe – dzięki czemu podniesiono wartość odżywczą oraz trwałość,

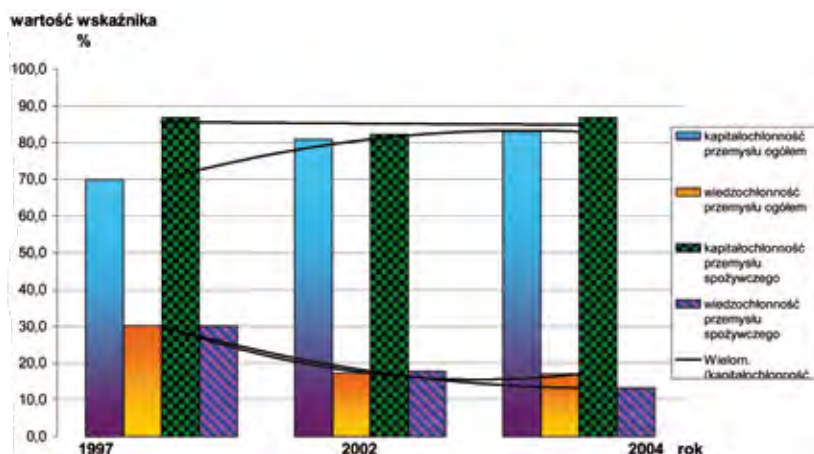
- Opracowanie i wdrożenie linii technologicznej do produkcji serów dojrzewających, której częścią jest linia do wstępnego prasowania ziarna serowego i formowania serów – w tym eksportowych.

Na 25 z projektów celowych dofinansowanych przez MNiSzk.W[3] – a zakończonych w roku 2005 – jeden dotyczył przemysłu spożywczego – o nazwie „Uruchomienie nowoczesnej, zapewniającej bezpieczeństwo mikrobiologiczne produktu, linii technologicznej drożdży piekarskich o wysokiej



**Rys. 3.** Dynamika wskaźników wiedzochłonności i kapitałochłonności wg sekcji i działów wg PKD

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: GUS Raporty - działalność innowacyjna przedsiębiorstw, rok 1997, rok 2002-2004



Rys. 4. Wskaźniki wiedzyochłonności i kapitałochłonności nakładów na innowacje w przemyśle ogółem i w przemyśle spożywczym

Źródło: GUS – Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2002-2004, Warszawa 2006

aktywności biologicznej”. W wyniku zmian technologiczno-organizacyjnych zmniejszono zużycie wody głębinowej, energii i materiałów.

Z rys. 4 wynika, że na przestrzeni analizowanych lat występują zbliżone proporcje pomiędzy wskaźnikami wiedzyochłonności i kapitałochłonności w przemyśle ogółem i w przemyśle spożywczym. Daje się też zauważyć ciekawa, choć przykra dla gospodarki opartej na wiedzy tendencja do zmniejszania się poziomu wskaźnika wiedzyochłonności na rzecz wskaźników kapitałochłonności. Tendencja ta powinna jednak ulec odwróceniu w społeczeństwie opartym na wiedzy.

Jak wynika z danych liczbowych zawartych w tabeli 1 i 2 – głównymi składnikami nakładów na innowacje są wydatki na zakup maszyn i urządzeń oraz nakłady na budynki i budowlę. Procesy innowacyjne – jak wynika z danych GUS

– są wysoce kapitałochłonne, a zbyt mało wiedzyochłonne (por.dane w tab.1).

Istotnym elementem analizy wiedzyochłonności jest jej struktura. Najważniejszym składnikiem wiedzyochłonności jest naukochołonność (udział nakładów na B+R do ogólnych nakładów na innowacje) i ona w największym stopniu wpływa na poziom wiedzyochłonności. Wskaźnik naukochołonności również wykazuje niski poziom. Wynosił on dla całego przemysłu ogółem: w roku 1997 – 12,9%, w 2002 – 9,3%, a w roku 2004 – 7,53% - co jednak nie wskazuje na żadne prawidłowości. W branży produkcji urządzeń komunikacyjnych, wskaźnik naukochołonności w roku 1997 kształtował się na poziomie 41%, a w latach 2002- 2004 niewiele ponad 12%. Najwyższy poziom naukochołonności w roku 2004 wystąpił w przemyśle maszyn biurowych i komputerów i wynosił 51,7% – a w roku 2002 – 10%. Przemysł chemiczny (z definicji naukochołonny) w kolejnych latach wykazywał odpowiednio: w roku 1997 – 16,7%, w roku 2002 – 8,5%, a w roku 2004 kształtował się na poziomie 9,6%. Niski poziom wskaźnika naukochołonności wystąpił też w przemyśle spożywczym i wynosił w analizowanych latach: 2,8%, 3,8%, 2,9% (przy średniej dla całego przemysłu 12,9%, 9,3%, 7,5%).

Kolejnym wskaźnikiem – a zarazem przejawem wiedzyochłonności są wydatki przeznaczone na zakup nowej technologii. Udział ten w ogólnych nakładach na innowacje także nie był wysoki – i wykazywał ciągle tendencje spadkowe. (1997 – 5,5%, 2002 – 3,0%, 2004 – 1,9%). Najwyższy poziom wydatków na zakup technologii w roku 1997 miał miejsce w dziale wytwarzania i zaopatrywania w energię elektryczną, gaz i wodę – 20,7%, oraz w przemyśle pojazdów samochodowych, przyczep i naczep – 10,7%, w roku 2002 – w przemyśle sprzętu i urządzeń radiowych i TV – 11,2%, a w roku 2004

Tabela 5. Klasyfikacja działów i sekcji przemysłu wg wskaźnika wiedzyochłonności

udział %	1997		2004	
	Lp	wskaźnik wiedzyochłonności w nakładach na innowacje	Lp	wskaźnik wiedzyochłonności w nakładach na innowacje
niski - poniżej 10 %	1	Produkcja wyrobów tytoniowych	1	Produkcja drewna i wyrobów z drewna oraz ze słomy i wikliny
	2	Produkcja skór wyprawianych i wyrobów ze skór	2	Produkcja masy włóknistej , papieru oraz wyrobów z papieru
	3	Produkcja drewna i wyrobów z drewna oraz ze słomy i wikliny	3	Produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych
	4	Produkcja masy włóknistej , papieru oraz wyrobów z papieru	4	Produkcja mebli ; działalność produkcyjna gdzie indziej niesklasyfikowana
	5	Działalność wydawnicza ; poligrafia i reprodukcja zapisanych nośników informacji	5	Przetwarzanie odpadów
	6	Produkcja koksu , produktów rafinacji ropy naftowej i paliw jądrowych		
średni od 10 - 20 %	1	włókiennictwo	1	Produkcja artykułów spożywczych i napojów
	2	Produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych	2	włókiennictwo
			3	prod. Odzieży i wyrobów futrzarskich
			4	Produkcja skór wyprawianych i wyrobów ze skór
			5	Działalność wydawnicza ; poligrafia i reprodukcja zapisanych nośników informacji
			6	Produkcja koksu , produktów rafinacji ropy naftowej i paliw jądrowych
			7	Produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych
			8	Produkcja metali
			9	Produkcja metalowych wyrobów gotowych z wyłączeniem maszyn i urządzeń
			10	Produkcja sprzętu i urządzeń radiowych telewizyjnych i telekomunikacyjnych
			11	Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną , gaz i wodę
wysoki powyżej 20 %	1	Produkcja artykułów spożywczych i napojów	1	Produkcja wyrobów tytoniowych
	2	prod. Odzieży i wyrobów futrzarskich	2	Produkcja wyrobów chemicznych
	3	Produkcja wyrobów chemicznych	3	Produkcja maszyn i urządzeń gdzie indziej niesklasyfikowana
	4	Produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych	4	Produkcja maszyn biurowych i komputerów
	5	Produkcja metali	5	Produkcja maszyn i aparatury elektrycznej gdzie indziej niesklasyfikowana
	6	Produkcja metalowych wyrobów gotowych z wyłączeniem maszyn i urządzeń	6	Produkcja instrumentów medycznych , precyzyjnych , optycznych , zegarów i zegarków
	7	Produkcja maszyn i urządzeń gdzie indziej niesklasyfikowana	7	Produkcja pojazdów samochodowych , przyczep i naczep
	8	Produkcja maszyn i aparatury elektrycznej gdzie indziej niesklasyfikowana	8	Produkcja pozostałego sprzętu transportowego
	9	Produkcja sprzętu i urządzeń radiowych telewizyjnych i telekomunikacyjnych		
	10	Produkcja instrumentów medycznych , precyzyjnych , optycznych , zegarów i zegarków		
	11	Produkcja pojazdów samochodowych , przyczep i naczep		
	12	Produkcja pozostałego sprzętu transportowego		
	13	Produkcja mebli ; działalność produkcyjna gdzie indziej niesklasyfikowana		
	Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną , gaz i wodę			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie GUS op. cit.

– w produkcji pozostałego sprzętu transportowego – 8,8%. W przemyśle spożywczym wynosił on 1,4% w roku 1997, 3,6% - w roku 2002, 3% - w roku 2004.

Na wiedzochłonność składają się także wydatki związane z marketingiem. Wydatki te kształtowały się na poziomie 4,1% ogólnych wydatków na innowacje w 1997r., 1,5% w roku 2002 i 2,8% w roku 2004 (por.tab.3). Zdziwiająco duże nakłady na marketing w roku 2004 miały miejsce w branży wyrobów metalowych gdzie indziej nie sklasyfikowanych (19,8%), w branży wyrobów tytoniowych – 15,8% i w branży masy włóknistej i papieru – 10,5%. W przemyśle wyrobów spożywczych z nakładów innowacyjnych na marketing nowych produktów wydano w roku 1997 – 1,1%, w roku 2002 – 3,5%, a w roku 2004 – 4,5%. Rosnąca (choć z niskiego poziomu) tendencja wzrostu wydatków na marketing może świadczyć o rozumieniu roli marketingu w procesach gospodarczych.

Nikły natomiast jest udział nakładów na szkolenia pracowników (0,7% – 0,2%-0,3%). W przemyśle spożywczym nakłady na szkolenia w roku 1997 były zdziwiająco wysokie – wskaźnik ten wynosił 21, 55%, w kolejnych latach 0,06% oraz 0,16%.

W strukturze nakładów na innowacje jest jeszcze pozycja „inne”. Zawiera ona wydatki związane z oprogramowaniem, a także inne wydatki związane z wdrażaniem innowacji, a nie ujęte w poprzednio omawianych nakładach na innowacje. Wydatki z grupy „inne” kształtują się na poziomie plus – minus – 4%.

## WNIOSKI

Pobieżna analiza wiedzochłonności gałęzi przemysłu w latach 1997-2004 skłania do sformułowania następujących wniosków:

1. Wiedzochłonność nakładów na innowacje jest niska (na korzyść zbyt wysokiej kapitałochłonności tych nakładów).
2. Niepokojąco niska jest naukochłonność nakładów na innowacje.
3. Wydatki na zakup technologii w ogólnych nakładach na innowacje także wykazują niski poziom.
4. Śladową wielkość w nakładach na innowacje zajmuje pozycja „szkolenia”, także niski jej jest poziom w odniesieniu do działalności marketingowej związanej z wdrożeniem innowacji.
5. Analizę wiedzochłonności należałoby przeprowadzić na innych poziomach: tj. na poziomie wyrobów, procesów a także w pewnych układach terytorialnych, czy też na poziomie przedsiębiorstw (w tym ostatnim przypadku można również skorzystać z informacji zawartych w sprawozdaniu GUS – NT-02).
6. Należałoby też zbadać zasadność zaliczania poszczególnych rodzajów nakładów na procesy innowacyjne, szczególnie zaś na drobne innowacje przyrostowe mające miejsce prawie w każdym przedsiębiorstwie.

7. Z analizy można wywnioskować, że przemysł w coraz mniejszym stopniu nastawiony jest na chłonięcie wiedzy i wprzęganie jej w procesy gospodarcze.
8. Przytoczone dane dowodzą, że nasz przemysł oddala się od gospodarki opartej na wiedzy, zamiast się do niej zbliżyć, co stanowi poważny sygnał z punktu widzenia realizacji proinnowacyjnej polityki państwa.
9. Pobieżna analiza i jej wyniki zawarte w tym artykule wskazują iż badania wiedzochłonności we współczesnej gospodarce wymagają szerszego i pogłębionego rozpoznania tego zjawiska, w odniesieniu do gospodarki jako całości, jak i do poszczególnych gałęzi, działów i przedsiębiorstw.

## LITERATURA

- [1] Białoń L., Janczewska D.: Wiedzochłonność procesów innowacyjnych – Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Nr 2/2007.
- [2] GUS: Działalność innowacyjna przedsiębiorstw przemysłowych w latach 2002-2004, Warszawa 2006.
- [3] Prezentacja i promocja projektów celowych – Wyd. MNiSW oraz Centrum Innowacji NOT, Warszawa 2006.
- [4] Regionalny Program Operacyjny Województwa Mazowieckiego 2007-2013, Wyd. Urząd marszałkowski Województwa Mazowieckiego, Warszawa, październik 2007.
- [5] Strategia Rozwoju Kraju na lata 2007-2015- Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, czerwiec 2006.

## THE KNOWLEDGE INTENSITY OF INNOVATIVE PROCESS OF POLISH INDUSTRY ON YEARS 1997-2004

### SUMMARY

*The aim of first part of article was presentation and argumentation for the using the standards of the Knowledge Absorptiveness and Science Absorptiveness to analysis of economy based of knowledge. In present article there is analysis of level of innovation process, dynamics and structure of expenses for innovations by Polish industry by statistical data (by Chief Census Bureau). Analysis refers to each of industrial branches. The results of this analysis allowed for the entrance hypothesis that decreasing indicators of Knowledge Absorptiveness of branches of industry will not to lead of realization of Lisbon Strategy. Therefore the process of building the economy based on knowledge will be slow. The information about level of the Knowledge Absorptiveness and Science Absorptiveness will be useful to formulating the state politics of innovation and they are the arguments in trying of companies of financing of the research projects.*

Dr inż. Marek LEWANDOWSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## FRAKTALNE UJĘCIE FUNKCJI ZARZĄDZANIA®

*Analiza i ocena położenia poszukiwanych atraktorów, które mogą tworzyć fraktale, może być pomocna w nauce o zarządzaniu. Uporządkowany atraktor może ilustrować proces zarządzania. Poznając jego strukturę można dokładniej przewidywać oraz modyfikować procesy zarządzania, które mają najczęściej bezpośredni wpływ na procesy pracy.*

*Artykuł ukazuje, iż analizę położenia punktu w przestrzeni możemy oceniać w ujęciu dwuwymiarowym (2D), trójwymiarowym (3D) i w ujęciu czterowymiarowym (np. węzła homeomorficznego lub wstęgi Möbiusa).*

*Artykuł opisuje jak fraktalne ujęcie funkcji zarządzania, może opisywać proces analizy i ich oceny np. w zakresie kosztów itp.*

### WPROWADZENIE

W literaturze przedmiotu coraz częściej pisze się o przedsiębiorstwie w ujęciu fraktalnym<sup>1</sup>. Natomiast wciąż mało pisze się o fraktalnym ujęciu zarządzania jako procesie, który od tysięcy lat towarzyszy wszystkim działaniom czynnika ludzkiego. Celem artykułu jest próba zapoczątkowania dyskusji w obszarze wykorzystania teorii opisującej fraktale do nauk o zarządzaniu.

Człowiek jako jednostka od chwili istnienia zachowuje się jako indywidualium. Jako jednostka obserwuje otaczający ją świat i zauważa zorganizowane formy życia w różnych obszarach świata roślin i zwierząt. Od stuleci ciągle poszukuje swojego miejsca w otaczającej go rzeczywistości. Potrzebę łączenia się jednostek w określone grupy dla wspólnego przetrwania widzimy coraz wyraźniej. Dawniej były to rody, potem plemiona i państwa a dziś korporacje składające się z wielu różnorodnych przedsiębiorstw. Każde przedsiębiorstwo posiada swoją określoną strukturę.

Pickover tworząc atraktor<sup>2</sup>, nazwany „atraktorem Pickovera”, który jest narzędziem pomocnym do tworzenia i opisywania różnego rodzaju struktur organizacyjnych, każdego uczestnika organizacji określa jako „indywiduum” a ilustracją graficzną każdego indywidualium jest punkt.

Analizując położenie punktu w przestrzeni należy pamiętać, że każdy punkt w swoim najbliższym otoczeniu posiada określone warunki, takie jak:

- otoczenie jest zbiorem otwartym,
- dla każdego punktu istnieje jego otoczenie,
- każde otoczenie punktu  $A$  zawiera pewne punkty, do których można odnieść ich położenie względem położenia punktu  $A$ ,
- jeżeli punkt  $A$  należy do otoczenia  $U$  punktu  $B$ , to istnieje takie otoczenie punktu  $A$ , które zawiera się w  $U$  – intuicyjnie: skoro  $A$  w pewnym sensie leży blisko  $B$ , to istnieją punkty leżące w pobliżu zarówno  $A$  i  $B$ .
- dla dowolnych dwóch otoczeń punktu  $A$  istnieje otoczenie tego punktu, które się w nich zawiera.

Dla celów analizy położenia dowolnie wybranego punktu  $A$  w ujęciu dwuwymiarowym (2D) najczęściej korzystamy z prostopadłego rzutu danego punktu na układ współrzędnych przyporządkowując mu pewną parę liczb  $(x, y)$ .

Wymiar 2D pozwala opisać proces analizy i oceny wielu zdarzeń, w których to osi rzędnych ( $y$ ) przypisujemy wymiar danego zdarzenia, a osi odciętej ( $x$ ) czas, w jakim to zdarzenie odbywało się.

Wymiar 2D nie jest w pełni wystarczającym ujęciem pozwalającym dokładniej analizować i/lub oceniać położenie punktu  $A$  w przestrzeni trójwymiarowej. W ujęciu trójwymiarowym (3D), możemy obserwować położenie punktu  $A$  w przestrzeni dodając trzecią współrzędną ( $z$ ) opisującą wysokość położenia analizowanego punktu. Opisując położenie punktu  $A$  w czasie korzystamy z osi ( $x$ ). Opisując np. wartość poniesionych kosztów w odniesieniu do punktu  $A$  w układzie (2D) korzystamy z osi ( $y$ ) a w układzie (3D) z osi ( $z$ ). W ujęciu (3D) oś ( $y$ ) może opisywać położenie punktu  $A$  w odniesieniu np. do struktury przedsiębiorstwa, funkcji rzeczowych, procesów albo w odniesieniu do innych analizowanych obszarów.

### OTOCZENIE FRAKTALNE

W zależności od określonego stopnia swobody w zakresie swobody działania, jaką posiadają pracownicy w danej organizacji zauważamy, iż zbyt duży zakres swobody jest obszarem niedomkniętym (otwartym) określanym jako obszar chaotyczny. Natomiast przy określonym stopniu swobody powstaje zarys powtarzalnych warunków brzegowych, które zamykają chaotyczną przestrzeń zachowań a zbiór indywidualnych do tej pory punktów zaczyna reagować na szczególne zachowania poszczególnych „indywiduum” tworząc określone powiązania, które coraz mocniej łączą poszczególne elementy w ujęcie systemowe, w którym to ujęciu tak jak w obrazie

1 Z „ang. „fractal”, z łac „fractus”, –czyli złamany”, fragmentaryczny, a następnie „fraktal definiuje jako figurę geometryczną o złożonej i fragmentarycznej strukturze, nie będącą krzywą, powierzchnią ani bryłą w znaczeniu geometrii klasycznej, mającą wymiar ułamkowy” [4].

2 Atraktor – „przyciąga” znajdujące się blisko niego trajektorie, na co wskazuje jego nazwa (attract = przyciągać). Każdy atraktor ma swój obszar przyciągania zwany basenem przyciągania (zbiór takich warunków początkowych, dla których trajektoria zmierza do atraktora). Najprostsze atraktory to punkt, zamknięta krzywa (cykl graniczny) lub fraktal (dziwny atraktor). Atraktor to jedno z podstawowych pojęć używanych w teorii chaosu. Atraktor w analizie układów dynamicznych ilustruje zbiór w przestrzeni fazowej, do którego w miarę wpływu czasu zmierzają trajektorie rozpoczynające się w różnych obszarach przestrzeni fazowej. Działanie atraktorów ujawnia się w wielu obszarach m.in. w biologii, fizyce, astronomii, ekonomii, dynamicznej psychologii społecznej. Od lat poszukuje się atraktorów w wahanach kursów akcji na giełdzie, w badaniu czasowych ciągów sygnałów (np. analiza dynamiki chorób dziecięcych, procesów biologicznych, kapania wody z kranu). Atraktory pojawiają się na przykład w modelu ruchu gwiazd wokół centrów galaktyk, w wyniku czego powstają galaktyki spiralne [6].

fraktalnym<sup>3</sup>, widoczne są mniejsze wymiary stanowiące poszczególne ujęcia podsystemów i wykazujące samopodobieństwo<sup>4</sup> tworząc podobne obrazy. W skutek wieloetapowej procedury następuje integrowanie indywidualnych elementów. Integracja przebiega równolegle w wielu kierunkach tworząc coraz bardziej skomplikowane obszary.

Już S. Chajtman [2] pisał, iż „System gospodarczy okazuje się tak skomplikowanym zjawiskiem, że konwencjonalne rozpatrywanie w jednym „płaskim” układzie nie tylko nie daje zadowalającej interpretacji, ale tworzy często wypaczony, sprzeczny z rzeczywistością obraz. W publikacjach znajdujemy zwykle różne propozycje podziału systemu na kilka, kilkanaście lub dwadzieścia kilka podsystemów. Podziały takie, pomimo różnicy w liczbie podsystemów, są dość podobne pod względem metodycznym”, autor dodaje „można dojść do wniosku, że słuszniej i wygodniej jest traktować skomplikowane zjawisko, jakim jest system gospodarczy, nie jako „płaskie”, ale jako przestrzenne – i to w układzie wielu współrzędnych – oraz że rozpatrywać należy wiele struktur systemu w wielu różnych obrębach, chociaż wzajemnie sprzężonych, przekrojach lub „odbiciach” („rzutach”) z różnych punktów widzenia, w zależności od różnych, odrębnych kryteriów analizy dekompozycji”.

Do tych najczęściej spotykanych w literaturze określeń warunków opisujących otoczenie punktu A można dodać, że dla określonego zbioru punktów z otoczenia punktu A istnieją zbiory samopodobne występujące w otoczeniu, które są zbiorem otwartym.

Otoczający nas świat jest przestrzenią (obszarem) trójwymiarowym przemieszczającym się w czasie. Dla takiej analizy otoczenie punktu A można sobie wyobrazić jako dowolną figurę, wewnątrz której lub na zewnątrz której znajduje się punkt A. Każdy punkt przestrzeni euklidesowej posiada nieskończenie wiele otoczeń samopodobnych, z których niektóre zawierają się w innych. To zawieranie się otoczeń jedno w drugim jest jedynym odpowiednikiem informacji o odległości danych punktów. Z drugiej strony otoczenia zostają zachowane przy homeomorficznych<sup>5</sup> przekształceniach przestrzeni, co sprawia, że są w topologii<sup>6</sup> użytecznym narzędziem.

Mając dany zbiór punktów i bazę ich otoczeń możemy wygenerować przestrzeń topologiczną – wystarczy za zbiór otwarty uznać zbiór  $U$ , dla którego nie istnieją punkty

3 Pojęcie fraktala zostało wprowadzone do matematyki przez francuskiego informatyka i matematyka polskiego pochodzenia Benoita Mandelbrota w latach siedemdziesiątych XX w. Odkryty przez niego zbiór Mandelbrota nie był pierwszym przykładem fraktala. Szczególnymi fraktalami – nie nazywanymi tym pojęciem – zajmowali się np. Georg Cantor, Giuseppe Peano, Wacław Sierpiński, Paul Lévy, a także Donald Knuth. Mandelbrot używając komputera do wizualizacji uczynił z fraktali przedmiot intensywnych badań i sprostżeń (zwłaszcza poza matematyką) w szczególności istnienie licznych odpowiedników w naturze (np. kalafior).

4 Przestrzenie są samopodobne, gdy istnieje ciągła wzajemnie jednoznaczna funkcja z jednej z nich na drugą, a więc każdą z nich można przekształcić w drugą w sposób ciągły.

5 Przekształcenie homeomorficzne oznacza funkcję ciągłą i różnowartościową, dla której funkcja odwrotna również jest ciągłą [9].

6 Topologia (gr. *tópos* – miejsce, okolica; *lógos* – słowo, nauka) – dział matematyki zajmujący się badaniem tych właściwości figur geometrycznych, które nie ulegają zmianie przy pewnych przekształceniach, np. przy rozciąganiu lub kurczeniu się figury.

brzegowe, czyli takie, których wszystkie otoczenia zawierają zarówno punkty ze zbioru  $U$  jak i spoza tego zbioru. Przestrzeń topologiczna stanowi rodzinę zbiorów otwartych o ustalonych własnościach (tzn. rodzina nie jest pusta, jeżeli należą do niej pewne zbiory, to należą do niej także ich przeliczalna suma oraz skończony iloczyn). Należą do nich dobrze znane przestrzenie euklidesowe, (czyli prosta rzeczywista, płaszczyzna, przestrzeń trójwymiarowa itp.). Badane w topologii obiekty są uogólnieniami pojęć znanych z tychże przestrzeni.

Otoczenie samopodobne można przedstawić na przykładzie przekształcenia homeomorficznego, tak jak to widać na rysunku 1 ilustrującym przykładowy węzeł homeomorficzny i wstęgę Möbiusa.



Węzeł koniczynka



Wstęga Möbiusa

Rys. 1. Węzeł homeomorficzny (koniczynka) oraz wstęga Möbiusa).

Z punktu widzenia topologii można uznać za interesujący przedstawiony węzeł nie dający się bez rozcinania sprowadzić do euklidesowego okręgu. W takim ujęciu nie możemy określić, jaki ten węzeł ma rozmiary i krzywiznę „pętelek”. W geometrii wymiary te byłyby istotne.

Przestrzenie są samopodobne, gdy istnieje ciągła wzajemnie jednoznaczna funkcja z jednej z nich na drugą, a więc każdą z nich można przekształcić w drugą w sposób ciągły.

Gdy przestrzeń  $X$  daje się homeomorficznie odwzorować na przestrzeń  $Y$ , to przestrzenie  $X$  i  $Y$  mają takie same własności topologiczne i z punktu widzenia topologii są nieodróżnialne (homeomorficzne), mogą być traktowane jako różne egzemplarze tej samej przestrzeni. Przykładami własności topologicznych zachowywanych przez homeomorfizm są spójność („składanie się z jednego kawałka”) i wymiar (topologiczny) przestrzeni.

W otaczającym nas świecie jest wiele obszarów wykazujących cechę samopodobieństwa. Obszary te nazywane są w literaturze obszarami samopodobnymi posiadającymi wymiar podobieństwa – określanym współcześnie jako wymiar fraktalny.

W ujęciu ogólnym, jeżeli fraktal składa się z  $N$  części, które łączą się między sobą na obszarze miary Lebesgue’a zero i są podobne w skali  $r$  do całego fraktala to wymiar Hausdorffa fraktala będzie równy  $\log N / \log r$ . Gdy zakładamy, że każda część jest podobna do całości w innej skali  $r_i$ ,  $i=1, 2, \dots, N$ , to wymiar, Hausdorffa jest rozwiązaniem poniższego równania z niewiadomą  $s$

$$\sum_{i=1}^N r_i^s = 1.$$

Dlatego, jeśli przedmiot w całej wielkości zawiera  $N$  samopodobnych kopii siebie, wielkości  $s$ , to jego wymiar  $D_s$  samopodobieństwa wyrażony jest przez równanie:

$$N_s D_s = 1$$



Można je przekształcić do postaci:

$$D_s = \frac{\log(N)}{\log(1/s)}$$

Na przykład zbiór Cantora jest podobny do swoich dwu części w skali 3; wymiar Hausdorffa zbioru Cantora wynosi  $d = \log 2 / \log 3 = 0,630929754...$  Analogicznie trójkąt Sierpińskiego jest podobny do swoich trzech części w skali 2, a jego wymiar Hausdorffa jest równy  $d = \log 3 / \log 2 = 1,584962501...$  Dywan Sierpińskiego jest podobny do swoich ośmiu części w skali 3, zatem jego wymiar Hausdorffa to  $d = \log 8 / \log 3 = 1,892789261...$

Wiadomo, że stosunek pól płaskich (wymiaru 2) figur podobnych równa się kwadratowi skali ich podobieństwa. Na przykład figura podobna do innej w skali 3 ma dziewięć razy większe pole od tamtej ( $9 = 3^2$  albo  $2 = \log_3 9$ ). W przestrzeni stosunek objętości brył (trójwymiarowych) podobnych jest sześcianem skali ich podobieństwa; bryła podobna do innej w skali 2 ma osiem razy większą objętość od tamtej ( $8 = 2^3$  albo  $3 = \log_2 8$ ).

Wymiar samopodobieństwa figury można określić jako logarytm o podstawie równej skali podobieństwa i liczbie logarytmowej wskazującej ile razy większa od figury wyjściowej, (jaką częścią figury wyjściowej) jest figura podobna do niej w tej skali. Dla fraktali liczba ta może nie być całkowita.

Pojęcie fraktal, w znaczeniu potocznym oznacza zwykle obiekt samopodobny, którego poszczególne części są podobne do całości nawet w wielokrotnym powiększeniu. Różnorodność przykładów ilustrujących fraktale powoduje, iż obecnie w literaturze autorzy unikają podawania ścisłej definicji a proponują określać fraktal jako zbiór, który ma:

- prostą definicję rekurencyjną i jest określony zależnością rekurencyjną, a nie wzorem analitycznym,
- naturalny (np. kłębiasty lub poszarpany) wygląd,
- wyjątkową strukturę w każdej skali,
- charakterystyczną cechę samopodobieństwa (tzn. poszczególne części wykazują podobieństwo do siebie i do całości, jeśli nie w sensie dokładnym to przybliżonym,
- taką strukturę, która nie daje się łatwo opisać w języku tradycyjnej geometrii euklidesowej,
- podobieństwo samoafiniczne, tzn. część zbioru może być obrazem całości przez pewne przekształcenie afiniczne.

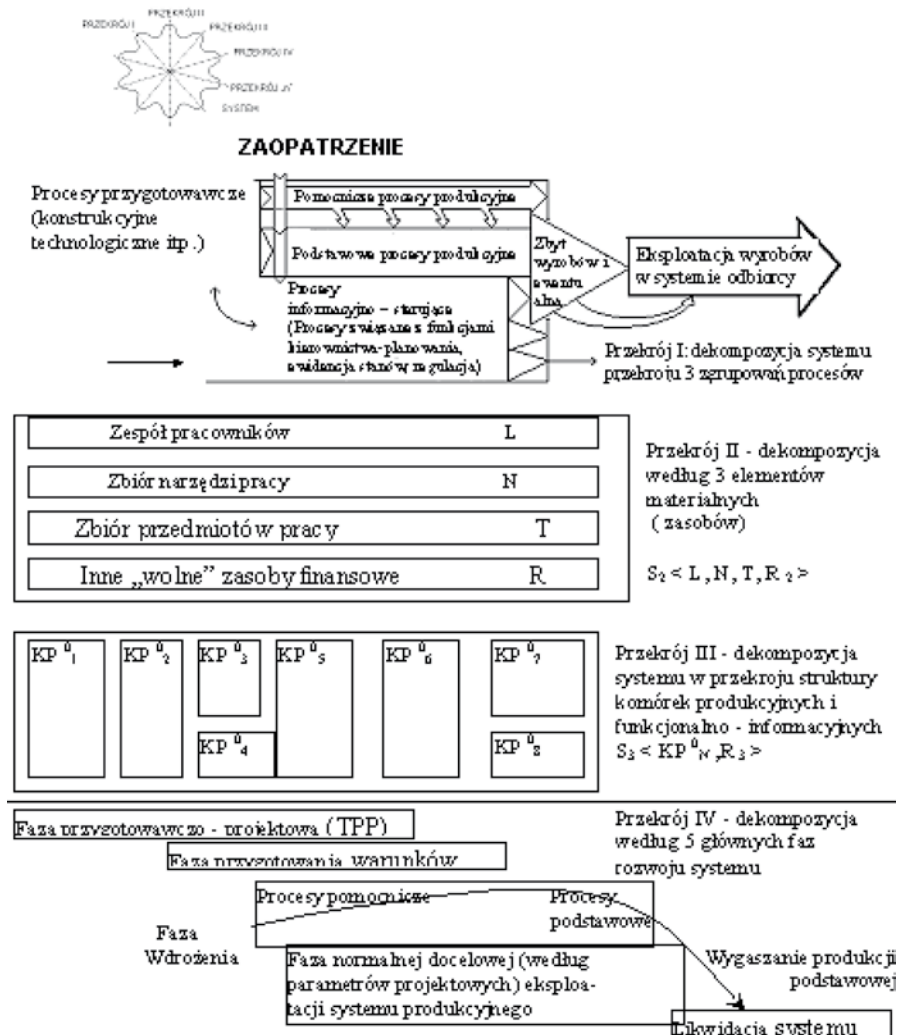
W literaturze z obszaru zarządzania coraz częściej spotykamy to pojęcie w kontekście opisu lub próby opisu przedsiębiorstw jako organizacji fraktalnych, tzn. wykazujących cechę samopodobieństwa. Np. A Binsztok [1] sugeruje, iż fraktale opisują „... wielokształtną i złożoną strukturę we wszystkich skalach obserwacji cechującą się dodatkowo:

- nieskończenie wieloma odgałęzzeniami,
- samopodobieństwem części,
- chaotyczną dynamiką i jej fraktalnym wymiarem, będącą miarą stopnia nieregularności.”

Analizując organizację w aspekcie fraktalnym zauważamy, iż fraktale z matematycznego punktu widzenia wykazują nieskończoność, ale podobny wymiar ułamkowy. Wymiar ten charakteryzuje się nieskończenie wieloma, samopodobnymi odgałęzzeniami, które opisują i zamykają obszar chaosu, który w ujęciu samopodobnym, ale w różnych wymiarach powtarza się w nieskończoność. Podobnie jest z organizacjami, które mogą składać się z wielu odgałęzień, wykazujących wiele obszarów, samopodobnych a wymiar fraktalny opisuje i zamyka poszczególne obszary danej organizacji.

## FRAKTALNE UJĘCIE FUNKCJI ZARZĄDZANIA

S. Chajtman [1] przedstawił cztery przekroje dekompozycji systemu produkcyjnego i napisał „należy założyć, że nie wyczerpują one zakresu możliwości przekrojów, których może być znacznie więcej lub nawet nieskończenie wiele, wymagałyby one jednak sprecyzowania odpowiednich ścisłych kryteriów – aspektów.” Dla zilustrowania tego problemu przekroje dekompozycji systemu produkcyjnego przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Wieloprzekrojowa dekompozycja systemu produkcyjnego (4 przekroje).

Źródło: S. Chajtman, Systemy i procesy informacyjne, PWE Warszawa 1986.

Cztery przekroje, które zaproponował i opisał S. Chajtman” odzwierciedlają system jako:

- 1) usystematyzowany zbiór wszelkiego rodzaju procesów ergotransformacyjnych zachodzących w systemie,
- 2) usystematyzowany zbiór elementów materialnych – zasobów uczestniczących w systemie,
- 3) usystematyzowany hierarchicznie zbiór komórek strukturalnych, składających się na system,
- 4) zbiór kolejnych faz rozwojowych rozpatrywanego systemu.

W pierwszej dekompozycji systemu autor przedstawia strukturę procesów, ich podział na poszczególne grupy oraz sygnalizuje, iż podział ten przebiega przez pozostałe przekroje w prezentowanej dekompozycji.

Istotnymi elementami drugiej dekompozycji, która również występuje w pozostałych dekompozycjach są takie czynniki jak: pracownicy (siła robocza), narzędzia i/lub maszyny (środki pracy), materiał (przedmioty pracy), obszar pracy, zasoby finansowe. Należy pamiętać, iż np. czynnik opisujący pracowników można analizować w przekroju podziału na płeć, wiek, wykształcenie i jeszcze innych kryteriów. Podobnie środki pracy jak i przedmioty pracy podlegają różnorodnemu podziałowi.

Trzecia dekompozycja to podział systemu według struktury. Podział ten ilustruje organizację jako zbiór komórek produkcyjnych, produkcyjno-administracyjnych i tzw. komórek funkcjonalnych, informacyjnych, w określonym układzie hierarchicznym określającym stopnie swobody a wyodrębnionych na podstawie określonych kryteriów specjalizacji. W strukturze organizacyjnej podstawową elementarną jednostką jest człowiek (indywiduum), który działa w określonej komórce produkcyjnej nazywanej komórką „0-go” stopnia”. Każdą organizację w ujęciu całościowym możemy opisać jako komórkę „N-tego” stopnia”. „N-ty” stopień opisuje stopień swobody danej organizacji.

Czwarta dekompozycja dotyczy dynamiki w czasie i opisuje pięć faz rozwoju przedsiębiorstwa. Istotą pierwszej fazy jest działalność przygotowawczo-projektowa, planowanie produkcji w przestrzeni i w czasie. Druga faza dotyczy przygotowania wyrobów i zasobów do wdrażania procesów. Trzecia faza obejmuje wdrażanie zaprojektowanego systemu przetwórczego. Czwarta faza to eksploatacja systemu, regulowanie przebiegu procesów przetwórczych. Piąta ostatnia faza to faza likwidacji systemu.

We współczesnym ujęciu czwartą dekompozycję możemy podzielić na cykl życia produktu i cykl życia organizacji pamiętając, iż przez każdy z tych przekrojów przebiegać będą zależności wymienione w poprzednich przekrojach.

Każda organizacja (jak możemy zauważyć) posiada wiele obszarów składających się z bardzo wielu elementów wykazujących cechy samopodobieństwa. Każda organizacja stanowi system, dopóki w poszczególnych jej częściach składowych występują wspólne powiązania tworzące obszar domknięty i łączą się w spójną nierozzerwalną całość. Takimi podstawowymi powiązaniem a zarazem zakresem swobody są funkcje zarządzania, które w literaturze przedmiotu w poprzednim stuleciu opisał H Fayol.

W dalszych rozważaniach w celu uproszczenia i łatwiejszego zrozumienia założeń ujęcia fraktalnego, funkcje zarządzania opisane będą według klasycznego i najczęściej stosowanego podziału. Autor artykułu zdaje sobie sprawę, że nadal

trwają dyskusje i rozważania nad dywersyfikacją nowych określeń jak np. funkcja koordynacji. Jednak dla dalszych rozważań ilość funkcji wspomagających zarządzanie nie jest determinantem. Funkcje te w każdej organizacji i w jej przekrojach strukturalnych wykazują cechę samopodobieństwa. A zarazem każda w sobie zawiera cząstkowy udział pozostałych. I tak np. funkcja planowanie składa się z czterech podfunkcji, do których zaliczyć należy: planowanie planowania, organizowanie planowania, przewodzenia w planowaniu i kontroli planowania. Ujęcie odmian funkcji zarządzania można opisać w układzie macierzy dwuwymiarowej, tak jak to przedstawia tabela 1.

**Tabela 1.** Macierz odmian funkcji zarządzania

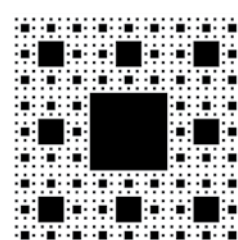
Nazwa funkcji	Planowanie	Organizowanie	Przewodzenie	Kontrola
Planowanie	planowanie planowania (pl-pl)	organizowanie planowania (org-pl)	przewodzenie w planowaniu (prz-pl)	kontrola planowania (kon-pl)
Organizowanie	planowanie organizowania (pl-org)	organizowanie organizowania (org-org)	przewodzenie w organizowaniu (prz-org)	kontrola organizowania (kon-org)
Przewodzenie	planowanie przewodzenia (pl-prz)	organizowanie przewodzenia (org-prz)	przewodzenie w przewodzeniu (prz-prz)	kontrola przewodzenia (kon-prz)
Kontrola	planowanie kontroli (pl-kon)	organizowanie kontroli (org-kon)	przewodzenie w kontroli (prz-kon)	kontrola kontroli (kon-kon)

Źródło: opracowanie własne.

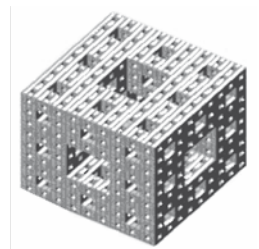
Tak opisana dwuwymiarowa odmiana funkcji zarządzania wykazuje podstawowe cechy fraktalne. Posiada prosty rekurencyjny wymiar, naturalny wygląd i wyjątkową strukturę. Struktura ta wykazuje cechy samopodobieństwa poszczególnych jej części, które wykazują podobieństwo do siebie. Jeżeli tak określone odmiany funkcji zarządzania połączymy z poszczególnymi dekompozycjami to układ trójwymiarowych obszarów będzie wykazywał podobieństwo do siebie i do całości a zarazem będzie wykazywał podobieństwo samoafiniczne.

Czy takie układy można przedstawić w ujęciu fraktalnym? Zdaniem autora tego artykułu układ taki można opisać fraktalną kostką Mengera.

Kostkę Mengera<sup>7</sup>, ilustruje rysunek 3. Kostka ta powstała według tej samej zależności, co dywan Sierpińskiego (rysunek 3), ale w przestrzeni trójwymiarowej.



**Dywan Sierpińskiego**



**Kostka Mengera**

**Rys. 3.** Dywan Sierpińskiego oraz Kostka Mengera<sup>8</sup>.

7 Konstrukcja kostki została podana przez austriackiego matematyka Karla Mengera w roku 1927.

8 Kostka Mengera, nazywana bywa gąbką Mengera. Wymiar fraktalny kostki Mengera wynosi:  $\log_{20} = \ln 20 / \ln 3 \approx 2,726833$ . Kostka Mengera to domknięcie zbioru punktów  $(x,y,z)$  takich, że  $0 \leq x,y,z \leq 1$  i w nieskończonych rozwinięciach współrzędnych  $x,y,z$  w trójkowym systemie liczbowym nigdzie na tej samej pozycji cyfra 1 nie występuje więcej niż jeden raz.

Zauważmy, iż dwuwymiarowa macierz odmian funkcji zarządzania wykazuje podobieństwo do układu „dywanu Sierpińskiego”. Układ ten posiada obszary domknięte, które otaczają obszary otwarte wykazujące cechy chaosu. Tak samo można opisać odmiany funkcji zarządzania, które w ujęciu ogólnym charakteryzują się obszarami domkniętymi, które otaczają chaotyczne działanie niektórych elementów (indywidualium) działających w każdej organizacji.

Ujęcie dekompozycji w ujęciu trójwymiarowym odmian funkcji zarządzania będzie wykazywało podobieństwo do „Kostki Mengera”.

Dla przykładu przeanalizujemy trójwymiarowe ujęcie odmian funkcji zarządzania a osi (z) przyporządkujemy dekompozycję według procesów produkcyjnych, pamiętając, iż proces produkcyjny możemy podzielić na:

- proces badań i rozwoju (przedprodukcyjny),
- proces wytwórczy (produkcyjny),
- proces poprodukcyjny (dystrybucyjny).

Dodatkowo każdy z procesów możemy podzielić na:

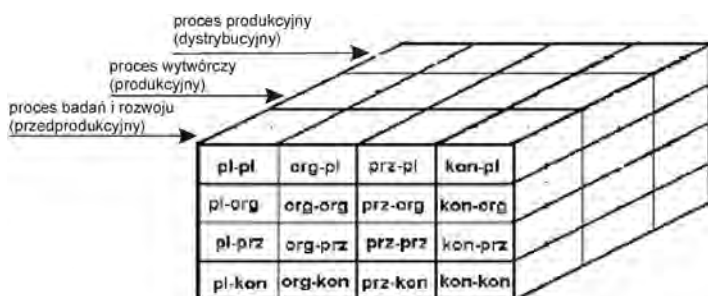
- procesy podstawowe,
- procesy pomocnicze (np. obsługi wytwarzania)
- procesy wspomagające (np. administracyjne, informatyczne).

W obszarze procesów wyróżniamy takie zasoby jak:

- środki pracy (narzędzia i maszyny),
- przedmioty pracy (materiał),
- siłę pracy (człowiek),
- miejsce pracy (obszar – powierzchnia pracy),
- otoczenie.

Poza tym dekompozycję dla celów analizy można przedstawić w ujęciu ilościowym pod względem zachowania kosztów takich jak: koszty stałe, zmienne, koszty bezpośrednie i pośrednie itp.

Dekompozycję procesów produkcyjnych można tworzyć w kolejnych obszarach takich jak np. struktury, cykle życia organizacji, cykle życia produktów itd.



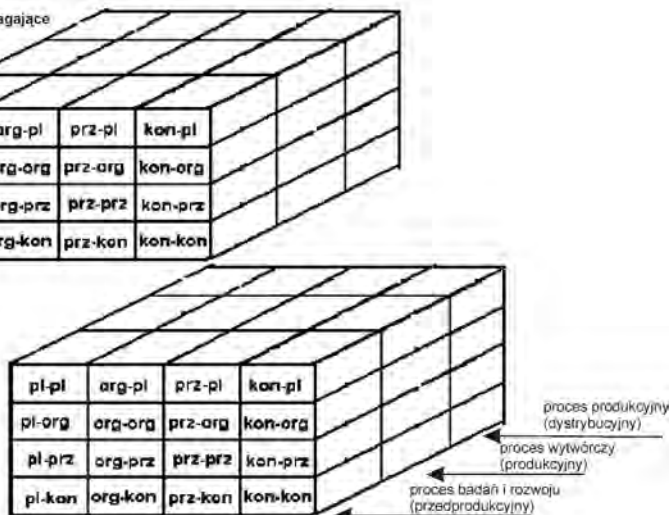
Rys. 4. Trójwymiarowa macierz odmian funkcji zarządzania produkcją.

Źródło: opracowanie własne.

Każdy z opisanych wymiarów można przedstawić w połączeniu z dwuwymiarową macierzą opisującą odmiany funkcji zarządzania w ujęciu przestrzennym trójwymiarowym.

W ujęciu trójwymiarową macierz odmian funkcji zarządzania produkcją ilustruje rysunek 4.

Fraktalne ujęcie odmian funkcji zarządzania dla obszaru produkcji w ujęciu dekompozycji procesu ilustruje rysunek 5.



Rys. 5. Fraktalne ujęcie odmian funkcji zarządzania.

Źródło: opracowanie własne.

W układzie przestrzennych macierzy bardzo dokładnie widać samopodobieństwo występujące w podstawowych funkcjach wspomagających zarządzanie w poszczególnych dekompozycjach systemu.

Należy zauważyć, że każda dalsza dekompozycja będzie wykazywała cechy samopodobieństwa. Np. trójwymiarowe ujęcie funkcji zarządzania dla procesów podstawowych w dekompozycji klasycznych zasobów takich jak: siła robocza (pracownik –jako indywidualium), środki pracy(narzędzia i maszyny), przedmioty pracy (materiały), miejsce pracy (obszar – powierzchnia) itp.

W ten sposób uzyskujemy fraktalne ujęcia odmian funkcji zarządzania, które możemy poddać dalszej dekompozycji uzyskując kolejne układy wykazujące podobieństwo do układu pierwotnego.

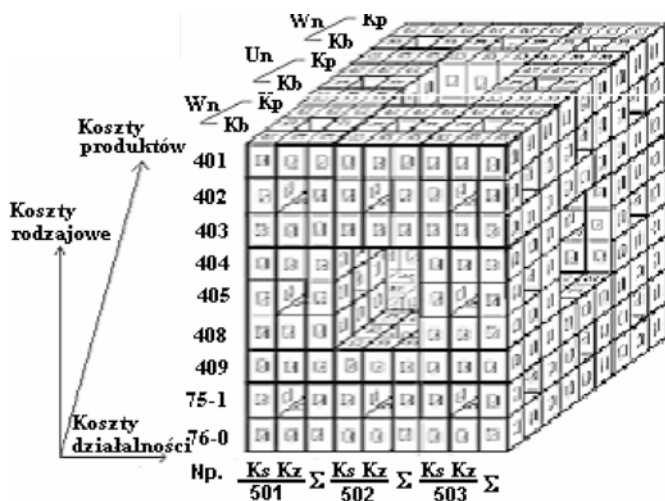
## PODSUMOWANIE

Analizując i oceniając przedsiębiorstwo z punktu widzenia struktury, jej organizacji i zarządzania zauważamy, iż wiele obszarów w przedsiębiorstwie posiada różny zakres swobody, który to zakres ma wpływ na powstawanie obszarów domkniętych opisujących indywidualne a czasami chaotyczne zachowania niektórych z elementów tworzących system. Obszary te opisują i zamykają odmiany funkcji zarządzania, które w różnych dekompozycjach wykazują cechy fraktalne takie jak:

- nieskończenie wiele przekrojów,
- samopodobieństwo poszczególnych dekompozycji,
- naturalny wygląd i wyjątkowa struktura,
- nieregularna i fraktalna dynamika.

Można zauważyć, iż inne obszary poprzez podobieństwo samoafiniczne można także analizować w przestrzeni

fraktalnej np. koszty. Rysunek 6 obrazuje fraktalne ujęcie kosztów w układzie kostki kosztów na podstawie „Kostki Menger’a”.



Oznaczenia: Wn – wyrób; Kb – koszty bezpośrednie  
Un – usługa; Kp – koszty pośrednie  
Ks – koszty stałe; Kz – koszty zmienne

Rys. 6. Fraktalna kostka kosztów.

Źródło: opracowanie własne

W organizacji nie we wszystkich obszarach muszą wystąpić podobne rodzaje kosztów. Nie wszystkie koszty muszą być ponoszone w danym okresie czasu.

Atrybutem każdego zarządzającego jest: wyznaczanie wielkości zadanych i monitorowanie kształtowania się wielkości uzyskiwanych oraz podejmowanie przedsięwzięć korygujących, zmierzających do zmniejszenia lub usunięcia odchyłań wielkości uzyskiwanych od wielkości zadanych. Należy prowadzić działania koordynacyjne począwszy od planowania (wyznaczania wielkości zadanych), a kończąc na podejmowaniu przedsięwzięć korygujących w obszarze kontroli.

Zaprezentowane fraktalne ujęcie funkcji zarządzania może wspomagać nieskończenie wiele różnorodnych struktur organizacyjnych niezależnie od ich dekompozycji i powiązań z otoczeniem zewnętrznym z różnorodnego punktu widzenia pod warunkiem, iż w każdej organizacji biegnie planowy proces zarządzania i planowy proces kontroli.

Należy zauważyć, iż fraktalne ujęcie funkcji zarządzania opisuje formalne (planowe) i nieformalne (nie planowane tj. chaotyczne) działania występujące w organizacji.

Ze względu na wagę i znaczenie tej problematyki dalszą dyskusję dotyczącą fraktalnego ujęcia problematyki analizy i oceny odchyłań w obszarze zarządzania w organizacji autor przedstawi w kolejnym artykule.

## LITERATURA

- [1] Borowiecki R., Kwieciński M.: –redakcja naukowa, Informacja i Wiedza w Zintegrowanym Systemie Zarządzania, Kantor Wydawniczy - Zakamycze 2004.
- [2] Chajtman S.: Systemy i procesy informacyjne PWN, Warszawa 1986.
- [3] Lewandowski M.: Metoda redukcji kosztów procesu produkcyjnego, Rozprawa doktorska, Warszawa 2003.
- [4] Multimedialny słownik wyrazów obcych i trudnych, Wydawnictwo Langenscheidt Polska, Agora 2007.
- [5] Perechuda K.: Zarządzanie przedsiębiorstwem przeszłości, Placet, Warszawa 2000.
- [6] Słownik języka polskiego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Copyright 2008.
- [7] Uniwersalny słownik języka polskiego PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN i pwn.pl sp. z o.o. 2006 r.
- [8] Wernicke H.J.: Rewolucja kultury przedsiębiorstwa, Przedsiębiorstwo fraktalne, WN PWN, Warszawa 1999.
- [9] Wielki słownik wyrazów obcych - PWN 2003, 2005 - M. Bańko.

## FRACTAL FORMULATION OF MANAGEMENT FUNCTION

### SUMMARY

*The analysis and the opinion of position in the atraktorów demand, which can create the fraktale, it can be helpful in management science. The well ordered atraktor can illustrate the process of management. The knowledge of i the stucure con betler forste as well as modify the processes of the management They hove direct influence of job assesment.*

*The analysis of the point location in the area can be done in two, three and forth dimension (for instance homeomorphic knot or Möbius band).*

*The Paper ilstratres how the fractile design formulation of management function, can describe the process of analysis and the opinion of the proces (for instance about costs i.s.n.).*

Dr Kazimierz Piotr MAZUR  
Katedra Ekonometrii i Statystyki WSM

## OPTYMALIZACJA PROCESU PRODUKCYJNEGO®

*Punktem wyjścia rozważań autora jest dynamiczna postać aproksymacyjnej funkcji produkcji, która po raz pierwszy została wprowadzona do literatury ekonomicznej przez J. Tinbergena. W części pierwszej autor korzystając z właściwości funkcji produkcji próbuje określić krańcową stopę substytucji pracy przez kapitał i kapitału przez pracę. Są one niezbędne do oszacowania jaką ilością danego czynnika wytwórczego należy zastąpić czynnik, który został częściowo wycofany z procesu.*

*W części drugiej prezentowanego tekstu przeprowadzona analiza dotyczy ustalenia optymalnej kombinacji czynników wytwórczych. Optymalna kombinacja zasobów oznacza taki ich poziom, gdy dla osiągnięcia określonej wartości produkcji czystej minimalizowany jest łączny koszt zastosowania czynników w procesie produkcji.*

### WPROWADZENIE

Celem artykułu jest aplikacja teorii dotyczących funkcji produkcji w procesie efektywnego zarządzania przedsiębiorstwem.

Prezentowany tekst stanowi uzupełnienie artykułu na temat *Modelowanie procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie* [3]. Zdaniem autora obydwie te artykuły traktowane jako integralna całość mogą być wykorzystywane jako literatura podstawowa i uzupełniająca na kierunkach: *Zarządzanie* (wykład z przedmiotu: Mikroekonomia oraz wykład specjalistyczny na temat: Modelowanie procesu produkcyjnego), *Informatyka* (wykład na temat: Ekonomiczne problemy postępu technicznego), *Ekonomia* oraz *Informatyka i Ekonometria* (wykład z przedmiotu: Ekonometria I). Wydaje się również, że wymienione teksty mogą być przydatne menedżerom różnych szczebli w procesie zarządzania przedsiębiorstwem.

**Ważną rolę w naukach ekonomicznych, a także w praktyce zarządzania przedsiębiorstwem odgrywa funkcja produkcji [4].**

Funkcja produkcji została po raz pierwszy określona w 1928 roku [1] i przyjmuje następującą postać:

$$P = b L^k C^{1-k}, \quad (1)$$

gdzie: P – produkcja,  
L – praca,  
C – kapitał,  
b, k – dodatnie parametry opisowe.

Uzupełniając wyjściową postać funkcji o zmienną czasową, otrzymano dynamiczną funkcję produkcji będącą zmodyfikowanym równaniem (1) przedstawionym przez J. Tinbergena [3]:

$$P_t = b C_t^\alpha L_t^\beta e^{\epsilon t} \quad (2)$$

gdzie: t – zmienna czasowa,  
 $\alpha, \beta$  – dodatnie parametry opisowe  
 $\epsilon$  – zakłócenie losowe.

Podane formuły mają prostą interpretację, a funkcja daje się sprowadzić do postaci liniowej. Wykorzystanie do modelowania procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie funkcji produkcji daje szereg możliwości ułatwiających podejmowanie decyzji menedżerskich.

Na podstawie podanej funkcji można ustalić optymalną kombinację czynników wytwórczych (pracy i kapitału) w celu

osiągnięcia zamierzonego poziomu produkcji czystej w przedsiębiorstwie. Powyższa analiza i towarzyszące jej obliczenia powinny być poprzedzone znajomością parametrów liniowej funkcji kosztów całkowitych<sup>1</sup>.

### KRAŃCOWA STOPA SUBSTYTUCJI CZYNNIKÓW WYTWÓRCZYCH

Na podstawie oszacowanego modelu opartego o dynamiczną postać aproksymacyjnej funkcji produkcji można dokonać wielu ustaleń mających duże znaczenie w procesie efektywnego zarządzania przedsiębiorstwem przemysłowym lub inną organizacją. Możemy wyznaczyć: krańcowe stopy substytucji pracy przez kapitał oraz kapitału przez pracę, można również dokonać oceny warunków optymalizacji konkretnego procesu gospodarczego przy uwzględnieniu określonych ograniczeń rynkowych<sup>2</sup>. Można wreszcie przeprowadzić analizę, czy proces produkcji charakteryzuje się rosnącymi, stałymi czy malejącymi przychodami skali produkcji.

W celu przeprowadzenia analizy zostanie wykorzystany model dotyczący kształtowania się produkcji czystej w pewnym przedsiębiorstwie przemysłowym. Zakłada się, że na wartość produkcji czystej przedsiębiorstwa wpływają dwa czynniki: produkcyjny majątek trwały i liczba zatrudnionych w ciągu danego roku kalendarzowego. Obydwie te czynniki w rozpatrywanym modelu stanowią zmienne objaśniające. Zmienną objaśnianą jest produkcja, a charakter związków ilościowych między zmiennymi jest opisywany za pomocą funkcji produkcji.

Na podstawie danych zawartych w tabeli, zawierających informacje na temat wartości produkcji czystej (w tys. zł), wartości brutto produkcyjnego majątku trwałego (w mln zł) i średniej liczbie zatrudnionych w ciągu roku (w osobach) pewnego przedsiębiorstwa przemysłowego, należy oszacować parametry oraz dokonać weryfikacji modelu ekonometrycznego.

- 1 Zależność między kosztem całkowitym, a rozmiarami produkcji zazwyczaj nie ma liniowego charakteru, w związku z powyższym rezultat obliczeń będzie po części konsekwencją przyjętego założenia o liniowej postaci związku między tymi kategoriami. Założeniu o liniowym przebiegu zależności kosztów od ilości produkcji i utargu całkowitego od ilości jest przyjmowane w analizie tzw. progno rentowności przedsiębiorstwa, to znaczy ustalenia takiego poziomu produkcji dla którego zysk całkowity jest równy zeru.
- 2 Pomijamy tu problem możliwości zbytu wytworzonych produktów, w rzeczywistości powyższą problematykę należałoby łączyć z całą sferą oddziaływań marketingowych.

**Tabela 1.** Wartość produkcji czystej (w tys. zł), wartość brutto produkcyjnego majątku trwałego (w mln zł) i średnia liczba zatrudnionych w ciągu roku (w osobach) pewnego przedsiębiorstwa przemysłowego.

Nr obserwacji (t)	Majątek trwały (C <sub>t</sub> )	Zatrudnienie (L <sub>t</sub> )	Produkcja czysta (P <sub>t</sub> )
1	13,5	359	864,0
2	17,4	453	1081,2
3	18,7	431	1092,8
4	23,3	423	1194,1
5	24,4	424	1225,6
6	24,2	471	1284,6
7	28,6	486	1409,7
8	31,2	511	1502,7
9	34,1	535	1597,4
10	33,3	574	1634,8
11	35,1	601	1783,0
12	38,5	600	1786,9
13	41,4	634	1900,4
14	41,1	690	1972,8
15	42,2	707	2022,5

Źródło: Mazur K.: Modelowanie procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2007 nr 2, tabela 1.

Po dokonaniu odpowiednich obliczeń oszacowany model można zapisać w następującej postaci:

$$\hat{P} = 13,3640 C_t^{0,4521} L_t^{0,5080}$$

Współczynniki występujące w potęgach zmiennych objaśniających funkcji określane są mianem elastyczności produkcji względem kapitału oraz pracy i wynoszą odpowiednio dla kapitału i pracy: 0,4521 i 0,5080. Elastycznością produkcji względem kapitału określamy względną zmianę produkcji wywołaną względnymi zmianami wielkości trwałego majątku produkcyjnego. Podobnie określamy elastyczność produkcji względem zatrudnienia. Otrzymane wyniki obliczeń oznaczają, że powiększenie wartości trwałego majątku produkcyjnego o 1% spowoduje wzrost produkcji o 0,4521%, a wzrost ilości zatrudnionych o 1% wywoła wzrost produkcji o 0,5080%; i wskazują, że wpływ zatrudnienia na wzrost produkcji jest nieznacznie większy niż przyrost wartości kapitału.

Można zatem powiedzieć, że model oparty na funkcji Cobb-Douglasa może stanowić punkt wyjścia do analizy procesu produkcji w badanym przedsiębiorstwie.

**Korzystając z właściwości funkcji produkcji można określić krańcową stopę substytucji pracy przez kapitał i kapitału przez pracę.** Krańcowe stopy substytucji są niezbędne do określenia jaką ilością danego czynnika wytwórczego należy zastąpić czynnik, który został częściowo wycofany z procesu.

W tym celu określimy za pomocą następujących formuł [2] kategorie **krańcowej stopy substytucji kapitału przez pracę i pracy przez kapitał.**

$$\varphi_{C,L} = \frac{\beta}{\alpha} (c P_0)^{1/\alpha} L^{-(\alpha+\beta)/\alpha} \quad (3)$$

$$\varphi_{L,C} = \frac{\alpha}{\beta} (c P_0)^{1/\beta} L^{-(\alpha+\beta)/\beta} \quad (4)$$

gdzie:  $\varphi_{C,L}$  – krańcowa stopa substytucji kapitału przez pracę,

$\varphi_{L,C}$  – krańcowa stopa substytucji pracy przez kapitał.

W celu lepszego zrozumienia problemu zilustrujemy go prostym przykładem.

### Przykład 1

W pewnym przedsiębiorstwie prywatnym, którego szef jest studentem II roku WSM i po kolejnym zajęciach dowiedział się o możliwości zastosowania metod ilościowych opisanych za pomocą formuł (3) i (4) postanowiono obliczyć:

1. jaką dodatkową liczbą zatrudnionych w stosunku do zatrudnienia na poziomie 700 osób można zrekompensować spadek wartości trwałego majątku produkcyjnego o 2 mln. zł, aby uzyskać produkcję czystą o wartości 3000 tys. zł;

2. o ile należy zwiększyć wartość trwałego majątku produkcyjnego w stosunku do wartości równej 40 mln. zł dla osiągnięcia produkcji na poziomie 3000 tys. zł, jeżeli zatrudnienie zmniejszyło się o 50 osób.

W obydwu przypadkach chcemy osiągnąć ustalony poziom produkcji (3000 tys. zł).

Aby odpowiedzieć na tak postawione pytania należy obliczyć krańcową stopę substytucji kapitału przez pracę i krańcową stopę substytucji pracy przez kapitał, korzystamy w tym celu ze wzorów (3) i (4)

Dla obliczeń przyjmujemy podobnie jak w poprzednim przykładzie, że:

$$\alpha = 0,5; \beta = 0,5; c = 0,075.$$

Krańcowa stopa substytucji kapitału przez pracę wynosi,

$$\varphi_{C,L} = (0,075 \cdot 3000)^2 \cdot 700^{-2} = 0,1033163.$$

W celu dokonania dalszych obliczeń skorzystamy z oczywistej zależności.

$$dL = \frac{dC}{\varphi_{C,L}} \quad (5)$$

gdzie:  $dL$  – przyrost liczby zatrudnionych konieczny do zastąpienia określonej wartości trwałego majątku produkcyjnego,

$dC$  – zmniejszenie wartości trwałego majątku produkcyjnego.

Po podstawieniu danych liczbowych do wzoru (5) otrzymamy, że  $dL = 19,36$ , co oznacza, że aby skompensować zmniejszenie wartości trwałego majątku produkcyjnego o 2 mln. zł, należy zwiększyć zatrudnienie o 20 osób.

W podobny sposób obliczamy krańcową stopę substytucji pracy przez kapitał:

$$L_{,C} = (0,075 \cdot 3000)^2 \cdot 40^{-2} = 31,64.$$

W sposób analogiczny w stosunku do zależności (5) można zapisać:

$$dC = \frac{dL}{L_{,C}} \quad (6)$$

gdzie:  $dC$  – przyrost wartości trwałego majątku produkcyjnego konieczny do zastąpienia określonej liczby zatrudnionych,

$dL$  – zmniejszenie ilości zatrudnionych.

Otrzymany wynik  $dC = 1,58$  oznacza, że aby skompensować ubytek zatrudnienia wynoszący 50 osób, należy zwiększyć trwały majątek produkcyjny o 1,58 mln zł.

## OPTYMALNA KOMBINACJA CZYNNIKÓW WYTWÓRCZYCH

Jak wspomiano wcześniej wykorzystując właściwości funkcji produkcji można również ustalić optymalną kombinację czynników wytwórczych. Optymalna kombinacja oznacza, że dla osiągnięcia określonej wartości produkcji czystej minimalizowany jest łączny koszt zastosowania czynników w procesie produkcji.

Zadanie sprowadza się do wyznaczenia takich wartości majątku i wielkości zatrudnienia, które spełniają warunek [2]:

$$\min K(C, L) = \min (k_C C + k_L L),$$

gdzie:  $K(C, L)$  – funkcja kosztów obejmująca nakłady majątku produkcyjnego i zatrudnienie,

$k_C$  – cena jednostkowa trwałego majątku produkcyjnego,

$k_L$  – cena jednostkowa pracy.

Chcąc wyznaczyć warunek minimalizacji kosztów produkcji musimy mieć określoną postać funkcji kosztu jednostkowego. Załóżmy, że jest to funkcja liniowa o postaci zapisanej wyżej i po wykonaniu standardowych operacji wyznaczamy ekstremum lokalne (minimum).

Otrzymamy:

$$L^{01} = (c P_0)^{1/(\alpha + \beta)} (k_L \alpha / k_C \beta)^{-\alpha(\alpha + \beta)} \quad (7)$$

$$L^{01} = (c P_0)^{1/(\alpha + \beta)} (k_C \beta / k_L \alpha)^{\alpha(\alpha + \beta)} \quad (8)$$

$$C^{01} = (c P_0)^{1/(\alpha + \beta)} (k_C \beta / k_L \alpha)^{-\beta(\alpha + \beta)} \quad (9)$$

$$C^{01} = (c P_0)^{1/(\alpha + \beta)} (k_L \alpha / k_C \beta)^{\beta(\alpha + \beta)} \quad (10)$$

gdzie:  $L^{01}$  – rozmiary zatrudnienia zapewniające najniższy poziom kosztów,

$C^{01}$  – wartość majątku trwałego zapewniająca najniższy poziom kosztów.

## Przykład 2

Artur Pająk z II roku studiów w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie, pragnie założyć firmę zajmującą się wytwarzaniem klocków hamulcowych do samochodów produkowanych przez pewną firmę zagraniczną. Student ten niezbyt regularnie uczęszczał na wykłady z ekonometrii, ponieważ uważał iż wykładany przedmiot jest nudny, a wykładowca tak głośno mówi, że nie pozwala mu prowadzić tradycyjnych konwersacji na temat nowych modeli samochodów. Tymczasem wykład na którym pokazywano jak dokonać obliczeń kosztów produkcji tak, aby były najniższe - wyraźnie go zainteresował. Postanowił samodzielnie dokonać obliczenia optymalnej kombinacji nakładów trwałego majątku produkcyjnego i wielkości zatrudnienia w celu osiągnięcia produkcji czystej o wartości 0,5 mln. zł, gdy znana jest liniowa funkcja kosztów całkowitych:

$$K_t = 20000 C_t + 1000 L_t.$$

Dla obliczeń przyjmujemy podobnie jak w poprzednim przykładzie, że:

$$\alpha = 0,5; \beta = 0,5; c = 0,075.$$

Po podstawieniu do odpowiednich wzorów możemy obliczyć takie wielkości kapitału i pracy, które zapewniają najniższy poziom kosztów.

$$L^{opt} = (0,075 \cdot 500)^{1/(0,5 + 0,5)} (20000 \cdot 0,5 / 1000 \cdot 0,5)^{0,5/1} = 37,5$$

$$(20)^{1/2} = 167,70$$

$$K^{opt} = (0,075 \cdot 500)^{1/(0,5 + 0,5)} (1000 \cdot 0,5 / 20000 \cdot 0,5)^{0,5/1} = 37,5$$

$$(0,05)^{1/2} = 8,39$$

Otrzymany wynik oznacza, że w celu uzyskania najniższych kosztów dla produkcji równej 500 tys. zł należy zatrudnić 168 osób, oraz zaangażować kapitał o wartości 8,39 mln. zł.

Problemem w pewien sposób komplementarnym do poprzedniego jest określenie warunków umożliwiających uzyskanie maksymalnej wartości produkcji czystej przy istniejących możliwościach wytwórczych, czyli posiadanych zasobach majątku produkcyjnego i pracy.

Rozwiązanie przedstawionego zagadnienia polega na wyznaczeniu takich wartości majątku i wielkości zatrudnienia, które maksymalizują wartość produkcji danej za pomocą funkcji Cobb-Douglasa [2]:

$$\max P(C, L) = \max b C_t^\alpha L_t^\beta,$$

$$\text{przy warunku: } K_0 = k_C C + k_L L.$$

gdzie:  $K_0$  – dopuszczalne łączne nakłady na czynniki wytwórcze, czyli koszty zatrudnienia określonej ilości pracowników i wykorzystania odpowiedniej wartości majątku produkcyjnego.

Przestawiony warunek będą spełniały wielkości wyznaczone z poniższych wzorów:

$$L^{02} = \frac{\beta K_0}{\alpha + \beta k_L} \quad (11)$$

$$C^{02} = \frac{\alpha K_0}{\alpha + \beta K_C} \quad (12)$$

gdzie:  $L^{02}$  – rozmiary zatrudnienia zapewniające maksymalną wartość produkcji czystej przy danym poziomie kosztów,

$C^{02}$  – wartość majątku trwałego zapewniająca maksymalną wartość produkcji czystej przy danym poziomie kosztów.

W celu poznania techniki obliczeń rozwiążmy prosty przykład.

### Przykład 3

Student WSM Damian Robak, będący kolegą Artura Pa-jaka<sup>3</sup> nie zamierza zakładać ani prowadzić prywatnej firmy, ponieważ od blisko dwóch lat pracuje w dobrze prosperującej hurtowni napojów chłodzących, a jego zainteresowanie modelowaniem procesu produkcji wynika z konieczności rozwiązania na kolejne ćwiczenia następującego problemu. Pewna firma pragnie uzyskać maksymalną wartość produkcji czystej mogąc przeznaczyć 100 tys. zł na pokrycie kosztów nabycia czynników wytwórczych, jeżeli wiadomo, że jednostkowe koszty dla kapitału i pracy wynoszą odpowiednio: 20000 zł i 1000 zł; wiadomo ponadto, iż funkcja kosztu jednostkowego jest funkcją liniową.

W celu wyznaczenia poszukiwanych wielkości skorzystamy ze wzorów (11) i (12). Mamy:

$$L^{02} = \frac{0,5 \quad 100000}{0,5 + 05 \quad 1000} = 100,$$

$$C^{02} = \frac{0,5 \quad 100000}{0,5 + 05 \quad 20000} = 5,$$

Otrzymany wynik oznacza, że przedsiębiorstwo dysponując nakładami na pokrycie kosztów produkcji w kwocie 1000 tys. zł, może osiągnąć maksymalną wartość produkcji czystej zatrudniając 100 osób i wykorzystując w procesie trwały majątek produkcyjny o wartości 5 mln. zł.

### PODSUMOWANIE

W przykładach liczbowych, które ilustrowały możliwości wykorzystania funkcji produkcji do modelowania procesu produkcyjnego zakładano, że współczynniki są sobie równe i wynoszą 0,5. Na podstawie oszacowanych parametrów funkcji można w prosty i zrozumiały intuicyjnie sposób określić efekty skali produkcji. Definicję tej kategorii podano przy okazji rozpatrywania właściwości funkcji produkcji. Miarą efektów skali jest w przypadku funkcji C-D suma współczynników elastyczności ( $\alpha + \beta$ ). **Jeżeli powyższa suma jest:**

- równa 1 – efekty skali produkcji są stałe,
- mniejsza od jedności – proces charakteryzuje się malejącymi przychodami,

• większa od jedności – proces produkcji charakteryzuje się rosnącymi przychodami.

Nietrudno zauważyć, iż suma współczynników elastyczności jest jednocześnie stopniem jednorodności funkcji C-D, gdyż:

$$P(\lambda C, \lambda L) = \gamma(\lambda K)^\alpha (\lambda L)^\beta = \lambda^{\alpha+\beta} P(C, L) \quad (13)$$

gdzie:  $\lambda$  - dowolna liczba rzeczywista.

Ramy prezentowanego tekstu nie pozwalają na rozwinięcie powyższego problemu. Autor wyraża nadzieję, że prezentowany artykuł być może zainteresuje osoby zarządzające przedsiębiorstwem, a przeprowadzona analiza zostanie zaaplikowana w praktyce zarządzania, zaś właściwie wykorzystana funkcja produkcji może stanowić narzędzie wspomagania decyzji podejmowanych przez menedżerów różnego szczebla. Autor jednak zdaje sobie w pełni sprawę, iż otrzymane rezultaty obliczeń i innych analiz są konsekwencją przyjętych założeń o konkretnej postaci rozpatrywanej funkcji. Nawet najbardziej wyszukana jej postać nie jest w stanie oddać całej złożoności rozpatrywanych zjawisk i procesów ekonomicznych, gdyż ostateczną decyzję zawsze podejmuje człowiek kierując się różnymi przesłankami działania, również niezbędną każdemu menedżerowi intuicją.

### LITERATURA

- [1] Cobb C. W., Douglas P. H.: *A Theory of Production*, American Economic Review 1928, vol. 18, Supplement.
- [2] Kukuła K.: *Wprowadzenie do ekonometrii w przykładach i zadaniach*, PWN, Warszawa 2004.
- [3] Mazur K.: *Modelowanie procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2007 nr 2.
- [4] Welfe W.: *Ekonometria stosowana*, PWE, Warszawa 2004.

### OPTIMIZATION OF PRODUCTIVE PROCESS

#### SUMMARY

*The dynamic form of an approximate function of the production is the starting point of consideration of the author which for the first time, was introduced to the economic literature by J. Tinbergen. In the first part by using the specificity of the function of production the author tries to define the extreme ratio of substitution capital by work and work by capital. They are essential to value what amount of given production factor is needed to substitute the factor, which was partly recaptured from process.*

*In the second part of the presented text an analysis concerning the installation of optimal combination of production factors was carried out. The optimal combination of stock means such a level when joint cost of employment of factors is minimized for the achievement of definite value of clean production in the production process.*



Dr hab. Tadeusz KOŁODZIEJ, prof. WSM  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## LOGIKA POGŁĘBIANIA INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ®

*Artykuł rozpoczyna serię publikacji poświęconą motywom pogłębiania integracji europejskiej od powstania Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali aż po Traktat Reformujący.*

**Celem artykułu jest uchwycenie logiki pogłębiania integracji europejskiej. Można to osiągnąć poprzez analizę głównych założeń kolejnych traktatów reformujących Traktaty Rzymskie oraz roli wybitnych przywódców europejskich, których indywidualne posunięcia kształtowały bieg wydarzeń.**

### OD TRAKTATU PARYSKIEGO DO TRAKTATÓW RZYMSKICH

Poza podstawową przesłanką natury politycznej utworzenia pierwszej wspólnoty europejskiej – Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali, były również przesłanki natury ekonomicznej, czyli stworzenie wspólnego rynku węgla, żelaza i stali, a w ten sposób warunków do najbardziej racjonalnej specjalizacji i osiągania największej wydajności produkcji. Jedną z głównych zasad funkcjonowania EWWiS miało być zapewnienie wolnej konkurencji. Służyć temu miało stopniowe znoszenie wszelkich ceł i kontyngentów w obrocie tymi produktami oraz likwidacja ograniczeń i barier w przepływie czynników produkcji, czyli kapitału oraz siły roboczej. Co więcej, państwa członkowskie zobowiązały się do wprowadzenia jednolitych taryf transportowych, zaniechania subsydiowania przedsiębiorstw przez rządy i innych praktyk protekcyjnych. Utworzenie wspólnego rynku węgla, rud żelaza i złomu nastąpiło już 10 lutego 1953 roku a wspólnego rynku stali 1 maja 1953. Cały okres przejściowy zakończył się 9 lutego 1958 roku.

Organy EWWiS z siedzibą w Luksemburgu (Wysoka Władza, Rada Ministrów, Trybunał Sprawiedliwości i Zgromadzenie), miały nadzorować pracę przedsiębiorstw węgla i stali, zajmować się ich dofinansowaniem, rozstrzygać spory i odwołania. Wspólnota, w intencjach jej twórców, miała być ugrupowaniem wykraczającym swym charakterem poza tradycyjne ramy organizacji międzynarodowych. Podkreślano jej ponadpaństwowy charakter dzięki nowatorskim rozwiązaniom w zakresie kompetencji organów ponadnarodowych, czyli Wysokiej Władzy i Trybunału. Było to możliwe dzięki ograniczeniu suwerenności państw członkowskich poprzez delegowanie na rzecz tych organów Wspólnoty wielu uprawnień właściwych władzy państwowej. Rzeczywisty charakter Wspólnoty określały jednak nie tyle formalne postanowienia Traktatu Paryskiego, ile stopień i sposób ich wykorzystania przez jej organy nadanych im uprawnień. W praktyce bardzo wstrzemięźliwie i ostrożnie korzystały one ze swych prerogatyw. W konsekwencji w EWWiS dominował tradycyjny mechanizm koordynacji polityk rządów typowy dla organizacji międzyrządowej. Starano się unikać arbitralnych decyzji, narzucanych wbrew woli zainteresowanych stron. Okazało się, że podyktowana raczej względami politycznymi, a nie ekonomicznymi, ponadpaństwowa struktura decyzyjnych organów Wspólnoty nie była niezbędna dla realizacji zadań ekonomicznych [3].

Niekwestionowanym sukcesem EWWiS była liberalizacja wzajemnego handlu w zakresie węgla i stali oraz harmonizacja taryf zewnętrznych wobec towarów importowanych z krajów trzecich [1]. Utworzenie wspólnego rynku zdynamizowało wzrost produkcji, wspierany dodatkowo przez inwestycje i pożyczki Wysokiej Władzy, finansowane z pierwszego w dziejach Europy podatku europejskiego (nie mógł być wyższy niż 1% wartości produkcji). Równie duże są osiągnięcia Wspólnoty na płaszczyźnie społecznej. Był to bowiem początek restrukturyzacji górnictwa, modernizacji i/lub zamykania kopalń i związanych z tym problemów bezrobocia oraz koniecznością przekwalifikowania siły roboczej. Wspomnieć również należy o niezaprzeczalnym sukcesie, jakim było formowanie się ducha europejskiego i solidarności kontynentu. Niewątpliwie porażką Wspólnoty Węgla i Stali była natomiast niemożność opracowania wspólnotowej strategii wobec problemów – konsekwencji „kryzysu górnictwa węglowego”, które już pod koniec lat 50. zaczęło przegrywać w konkurencji z tańszą ropą naftową.

Słabnące powoli napięcie w stosunkach między Europą Zachodnią a ZSRR i jego krajami satelickimi, niepowodzenia związane z tworzeniem unii militarnej (Europejska Wspólnota Obronna) i politycznej (Europejska Wspólnota Polityczna) oraz niepodważalne sukcesy w integracji ekonomicznej (Europejska Wspólnota Węgla i Stali) powodowały, iż główny akcent jednoczenia Europy (Zachodniej) przesunął się z obszaru polityki na zagadnienia ekonomiczne<sup>1</sup>.

Francja, zaangażowana w obronę swego imperium kolonialnego w Indochinach i Afryce Północnej, zniechęcona nieudaną próbą utworzenia EWO oraz remilitaryzacją Niemiec zaczęła wykazywać mniejsze zainteresowanie integracją Europy. Inicjatywa wyszła, więc od krajów Beneluxu. W lutym 1953 roku holenderski minister spraw zagranicznych

1 Na długie lata funkcjonalistyczna koncepcja integracji zdominowała proces jednoczenia Europy. Zakładała ona podjęcie współpracy gospodarczej, której efektem będą szybkie i wymierne korzyści. Integracja miałaby się opierać na stopniowym przesuwaniu części suwerenności ze szczybla państwa na szczybel Wspólnoty. Proces ten miał przebiegać samorzutnie i wynikać ze zdobywanych doświadczeń. Koncepcja ta uznaje prymat gospodarki nad polityką i zakłada, że proces integracji będzie się sam rozwijał, ponieważ zapoczątkowanie współpracy w jednej dziedzinie gospodarki spowoduje automatyczne pogłębienie jej w innych, a przekazywanie funkcji państwa narodowego na rzecz instytucji ponadnarodowych dokonuje się zgodnie z zasadą obiektywnej konieczności. Zwolennikami tej koncepcji byli twórca „cudu niemieckiego” Ludwig Erhard i Robert Schuman, który w swej Deklaracji stwierdził: „... Europa nie powstanie ani od razu ani w całości; będzie powstawać poprzez konkretne realizacje, tworząc najpierw rzeczywistą solidarność...” cyt. za Fontaine, P. „Une idée neuve pour l'Europe. La déclaration Schuman – 1950–2000” Office des Publication Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 2000.

Johan Beyen ogłosił swój plan, który zakładał, że pełna integracja polityczna i militarna jest niemożliwa bez wcześniejszej integracji ekonomicznej, będącej podstawą zjednoczenia Europy. Mimo fundamentalnej sprzeczności interesów gospodarczych między Francją i Niemcami<sup>2</sup> koncepcja ta znalazła uznanie w ocenie pozostałych pięciu ministrów spraw zagranicznych EWWiS.

Powtórnie w maju 1955 roku ministrowie spraw zagranicznych: Holandii – J. Beyen, Belgii – P.H. Spaak oraz Luksemburga – J. Bech zaproponowali (plan Beyen-Spaak-Bech) pozostałym partnerom ze Wspólnoty utworzenie wspólnej organizacji łączącej transport i zasoby energetyczne (głównie atomowe) w celu integracji europejskiej poprzez utworzenie Wspólnego Rynku. Podstawowe zasady tej inicjatywy uzgodniono podczas konferencji ministrów spraw zagranicznych z państw członkowskich EWWiS 1 czerwca 1955 roku w Messynie. W przyjętej rezolucji podkreślono, że rządy Szóstki są zdecydowane dokonać nowego kroku na drodze integrowania Europy (Zachodniej) i że ten nowy etap powinien być realizowany w dziedzinie gospodarki poprzez budowę wspólnych instytucji, stopniowe łączenie gospodarek narodowych, utworzenie wspólnego rynku oraz harmonizację polityk społecznych. Była to więc propozycja odrzucenia sektorowej metody integracji na rzecz integracji horyzontalnej.

Techniczne prace nad realizacją wytyczonych celów powierzono komitetowi międzyrządowemu i konferencji ekspertów pod kierownictwem Paul Henri Spaaka. Po roku intensywnej pracy<sup>3</sup> wyniki w formie raportu proponującego powołanie dwóch organizacji Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej i Europejskiej Wspólnoty Energii Atomowej zostały przedstawione 30 maja 1956 na konferencji szefów dyplomacji EWWiS w Wenecji i zaakceptowane jako podstawa do negocjacji traktatów założycielskich.

2 Rolnicze powołanie („vocation agricole”) Francji było szczególnie widoczne po II wojnie światowej. Francja była nie tylko spichlerzem Europy i producentem wyrafinowanych produktów rolnych jak wina, koniaki, wędliny czy sery i twarogi, lecz również krajem gdzie rolnictwo zatrudniało E siły roboczej. Postępująca utrata kolonii zmuszała ten kraj do poszukiwania nowych rynków zbytu na produkty rolne; naturalnym więc było dążenie do liberalizacji rynku rolnego pomiędzy członkami EWWiS. Co więcej, mniej konkurencyjny przemysł francuski oraz tradycje protekcyjnizmu i wspierania gospodarki przez państwo, powojenna nacjonalizacja wiodących gałęzi przemysłu przemawiała za przeciwstawianiem się koncepcjom liberalizacji w wymianie przemysłowej. Dokładnie przeciwnie były interesy Niemiec. Powołaniem Niemiec nie było rolnictwo, które zatrudniało ponad 10 % siły roboczej, lecz przemysł. Mimo, iż Niemcy nie były w sytuacji jak inne metropolie kolonialne, które traciły tradycyjne rynki zbytu, problem pozostawał ten sam: utrata tradycyjnych rynków zbytu na towary przemysłowe w Europie Wschodniej i Środkowej odgradzonej wówczas „żelazną kurtyną”. W interesie Niemiec była więc liberalizacja wymiany towarów przemysłowych poprzez ustanowienie strefy wolnego handlu na wszystkie towary przemysłowe a nie selektywna liberalizacja na wybrane produkty jak to było w EWWiS. Wspólnym punktem łączącym interesy Francji i Niemiec była natomiast współpraca w zakresie wykorzystania energii jądrowej. Jednak po dojściu do władzy gen. Ch. de Gaulle’a Francja uznała, że należy rozwijać własną, „force de frappe” niezależną od Niemiec.

3 Prace rozpoczęły się w połowie lipca 1955 w Brukseli; początkowo uczestniczyli w nich Brytyjczycy, w październiku wycofali się jednak nie zgadzając się na objęcie mechanizmami EWWiS całości gospodarki.

Tak szybkie postępy były wynikiem zbieżności interesów zdecydowanej większości członków EWWiS. Państwa Beneluksu nie tylko miały największe doświadczenia w zakresie integracji, lecz również jako kraje o stosunkowo małych rozmiarach były najbardziej uzależnione od współpracy z zagranicą a zwłaszcza z sąsiadami. Dla Niemiec, odradzającej się potęgi przemysłowej, utworzenie unii celnej i wspólnego rynku było decydujące dla dalszego rozwoju gospodarki. Również zniszczone przez wojnę i przeludnione Włochy na integracji Europy mogły tylko skorzystać.

Jak już wcześniej wspomniano, integracją horyzontalną, unią celną i wspólnym rynkiem na wszystkie towary najmniej zainteresowana była Francja, preferując liberalizację w zakresie rynku rolnego. Skuteczna dyplomacja francuska doprowadziła jednak do tego, że pod groźbą nie podpisania traktatów założycielskich, nie tylko uzyskała zgodę pozostałych partnerów dla swych postulatów rolnych, lecz również zgodę na długie okresy przejściowe w liberalizacji dostępu importowanych towarów przemysłowych do swego rynku, a co więcej – i to był jeden z najtrudniejszych elementów negocjacji – zgodę na utworzenie Europejskiego Funduszu Rozwoju (Fonds Européen de Développement), który umożliwił jej, i innym metropoliom europejskim, demontaż ich imperiów kolonialnych. Niemcy, które nie posiadały kolonii miały partycypować w tym Funduszu w takich samych rozmiarach jak kolonialna Francja. Po krótkich negocjacjach wypracowano ostatecznie dwa Traktaty, które zostały podpisane 25 marca 1957 roku w Rzymie. Jeden tworzył Europejską Wspólnotę Gospodarczą, drugi Europejską Wspólnotę Energii Atomowej (Euratom). Traktaty Rzymskie zostały zawarte na czas nieokreślony – w przeciwieństwie do Traktatu Paryskiego zawartego na 50 lat – i po szybkiej ratyfikacji weszły w życie 1 stycznia 1958 roku<sup>4</sup>.

W myśl Traktatu, celem utworzenia EWG był harmonijny, zrównoważony rozwój wszystkich państw członkowskich w duchu solidarności poprzez wprowadzenie wspólnej polityki handlowej i stworzenie rynku wewnętrznego charakteryzującego się swobodnym przepływem ludzi, kapitału, usług i towarów ( 4 wolności), zbliżenie prawodawstwa państw członkowskich w stopniu koniecznym dla funkcjonowania wspólnego rynku, wspólną politykę w zakresie rolnictwa i rybołówstwa, wspólną politykę transportową, uruchomienie polityki społecznej obejmującej Europejski Fundusz Społeczny, wspieranie badań naukowych i rozwoju techniki.

## OD TRAKTATÓW RZYMSKICH DO JEDNOLITEGO AKTU EUROPEJSKIEGO

Poczynając od 1958 roku mamy do czynienia z trzema Wspólnotami, z których każda miała osobowość prawną i była podmiotem prawa międzynarodowego. W przyszłości miały ulec połączeniu w jedną organizację; wraz z Traktatami została bowiem podpisana Konwencja o niektórych wspólnych instytucjach. Na jej mocy Zgromadzenie EWWiS, pod zmienioną nazwą Europejskie Zgromadzenie Parlamentarne (od

4 Nie ulega wątpliwości, że bardzo szybkie tempo negocjacji i ratyfikacji Traktatów było pośrednio rezultatem inwazji Armii Czerwonej na Węgry (przypomnienie o ciągle realnej groźbie ataku ze strony ZSRR) oraz kryzysu sueskiego, który ujawnił dużą zależność Europy od importu ropy. Warto wspomnieć, że we wszystkich państwach przeciwko ratyfikacji wypowiedzieli się komuniści i socjaliści.

marca 1962 na mocy rezolucji wewnętrznej – Parlament Europejski i Trybunał Sprawiedliwości były wspólne dla trzech Wspólnot. Kolejnym krokiem w tym kierunku był podpisany 8 kwietnia 1965 roku Traktat o fuzji organów wykonawczych trzech Wspólnot (wszedł w życie w lipcu 1967 roku). Na jego mocy w miejsce oddzielnych, dla każdej Wspólnoty, Komisji (dla EWWiS – Wysokiej Władzy) i Rad Ministrów powstała jedna dla Trzech Wspólnot – Komisja i jedna Rada Ministrów. Mimo, że przez swoją instytucjonalną strukturę i kompetencje Wspólnoty zbliżały się do pojęcia państwa, państwem nie były i nie są. Twórcy Traktatów nauczeni niepowodzeniem przy tworzeniu EWO i EWP starannie unikali wszelkiego podkreślania elementów ponad narodowości, w treści Traktatów nie ma najmniejszej wzmianki o potencjalnej federacji a tym bardziej sugestii budowania super państwa. Brak precyzji w podaniu celów i dat zastąpiono wmontowaniem mechanizmu nieustannych negocjacji w miarę powstawania problemów. Ostatecznie zwyciężyła koncepcja integracji funkcjonalnej bez określania ostatecznego kształtu politycznego Wspólnot.

## GOLDIES SIXTIES

Traktaty Rzymskie były jednocześnie scenariuszem i harmonogramem procesu integracji gospodarczej. W myśl tego scenariusza do 1 stycznia 1970 roku powinna zostać utworzona Unia Celna. Zaczęto od tworzenia strefy wolnego handlu, czyli liberalizacji wzajemnej wymiany handlowej poprzez eliminację wszelkich barier taryfowych, para taryfowych i poza taryfowych. Ostatnie bariery poza taryfowe zostały usunięte w grudniu 1961 roku. Pozostawiono jednak możliwość utrzymywania pewnych ograniczeń w handlu wewnątrz EWG w przypadkach uzasadnionych względami moralności publicznej, porządku i bezpieczeństwa publicznego, ochrony zdrowia ludzi i zwierząt, ochrony dziedzictwa narodowego oraz ochrony własności przemysłowej i handlowej. Postanowienia w tym zakresie zawierał słynny artykuł 36 Traktatu, który wskutek zbyt częstego wykorzystywania, (zgodnie z jego literą, ale niekoniecznie z duchem), doprowadził do tego, że Wspólny Rynek stał się rzeczywistością dopiero w dekadzie lat 90. Z kolei artykuł 115 Traktatu dawał możliwość ochrony własnego rynku przed nadmiernym napływem towarów z państw trzecich, zakupionych wcześniej przez inny kraj członkowski. Obie te „furtki” były często wykorzystywane w czasach gorszej koniunktury a zwłaszcza podczas recesji w latach siedemdziesiątych. Jeśli chodzi o bariery taryfowe i para taryfowe to ich stopniowa redukcja była kontynuowana aż do 1 lipca 1968 roku. Tego samego dnia weszła również w życie Wspólna Taryfa Celna EWG wobec krajów trzecich. Została ona utworzona jako średnia arytmetyczna (dla poszczególnych towarów) krajowych stawek celnych. Stopniowe zbliżanie taryf krajowych do taryf wspólnotowych miało miejsce w latach 1960, 1963 i 1968. Stawki Wspólnej Taryfy Celnej okazały się wyższe niż stawki niemieckie (które musiały być podniesione), a niższe od stawek typowo protekcyjnych krajów jak Francja i Włochy, (które musiały je obniżyć). Sukces w realizacji integracji gospodarczej, w postaci Wspólnej Polityki Handlowej wobec krajów trzecich prowadzonej przez organy Wspólnoty od 1 stycznia 1970 roku, był wymierny również w liczbach. Dzięki liberalizacji wzajemnego handlu i utworzeniu Unii Celnej wymiana wewnątrz wspólnotowa wzrosła czterokrotnie pomiędzy 1958 a 1968 rokiem; w tym

samym okresie wymiana z krajami trzecimi wzrosła tylko dwukrotnie. Od 1958 do 1972 roku udział handlu wewnątrz wspólnotowego w wymianie światowej wzrósł z 27% do 52%.

Osiągnięcie etapu Unii Celnej 18 miesięcy przed terminem wyznaczonym przez Traktat Rzymski było wielkim sukcesem i świadczyło o trafności wybranej drogi. Sukces ten mógłby być osiągnięty już rok wcześniej gdyby nie „kryzys pustego fotela” w połowie lat sześćdziesiątych<sup>5</sup>. Był to najdłuższy i największy kryzys w historii integracji europejskiej polegający na nie uczestniczeniu Francji w posiedzeniach Rady Ministrów od czerwca 1965 do stycznia 1966 roku. Bezpośrednią przyczyną kryzysu były kontrowersje związane z funkcjonowaniem FEOGA a pośrednio był wynikiem starcia się dwóch wizji jednoczącej się Europy (Zachodniej). Kraje Beneluxu i Niemcy, przywykłe do struktur federacyjnych<sup>6</sup>, opowiadały się za koncepcją Europa Ojczyzną, gdzie instytucje Wspólnot miałyby duże uprawnienia. Francja natomiast głosem swego prezydenta, opowiadała się za wizją Europa Ojczyzn<sup>7</sup>, w której dominującą rolę pełniłaby Francja nieskrępowana żadnymi postanowieniami organów ponadnarodowych<sup>8</sup>.

Innym sukcesem było zapoczątkowanie w 1962 roku Wspólnej Polityki Rolnej, która nabrała w pełni jednolitego charakteru z końcem lat 60. Wypracowanie tej polityki wymagało godzenia konfliktowych interesów państw członkowskich, zwłaszcza Francji (o niskich kosztach produkcji rolnej i otwierającej się na swobodny import niemieckich towarów przemysłowych) i Niemiec (o wysokich kosztach produkcji rolnej, które wołały tańszy – niż francuski – import płodów rolnych a Ameryki i krajów trzeciego świata). W kwietniu

5 Utworzony w 1962 roku Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej (FEOGA) podstawowy instrument realizacji wspólnej polityki rolnej wyraźnie faworyzował Francję – głównego eksportera produktów rolnych i był niekorzystny dla krajów importatorów, głównie Włoch i Niemiec. Partnerzy Francji zaproponowali, aby FEOGA był kontrolowany przez Parlament Europejski. Francja zdecydowanie zaprotestowała uznając to za przejaw wzrostu ponadnarodowości EWG, której wrogi był ówczesny prezydent Francji Ch. de Gaulle. Wycofała swego przedstawiciela z Rady Ministrów (tak zwany kryzys pustego fotela), co sparaliżowało funkcjonowanie tej instytucji od 30 czerwca 1965 do 30 stycznia 1966. Kryzys został rozwiązany przez tak zwany kompromis luksemburski, na mocy którego wymóg jednomyślności w podejmowaniu decyzji musi być zachowany, „gdy w grę wchodzi istotne interesy danego kraju”.

6 Protoplastą federacyjnej koncepcji integracji Europy był Winston Churchill, który w swym wystąpieniu w marcu 1946 roku na uniwersytecie w Zurychu zaproponował utworzenie jednego ponadnarodowego państwa europejskiego (Stany Zjednoczone Europy), w którym poszczególne państwa zrzekłyby się swojej suwerenności i przelały władzę na organy wspólne – europejski rząd i parlament. Zwolennikami tej koncepcji byli K. Konrad Adenauer, Paul Henri Spaak. Koncepcja W. Churchilla, wtedy już osoby prywatnej, nie wiązała jednak ani rządu brytyjskiego ani Brytyjczyków, którzy byli i są zagorzałymi przeciwnikami federalizmu.

7 W odróżnieniu od koncepcji federalizmu była to koncepcja konfederacyjnej integracji polegającej na współpracy międzynarodowej suwerennych państw, bez instytucji ponadnarodowych. Głównym inicjatorem i propagatorem tej koncepcji był francuski prezydent Ch. De Gaulle, który już w 1944 roku proponował utworzenie na Zachodzie Europy ugrupowania gospodarczego, ale bez uszczuplenia suwerenności państw członkowskich.

8 Idea integracji Europy pod hegemonią Francji istnieje w tradycji francuskiej polityki zagranicznej od czasów Filipa IV Pięknego.

1962 roku Rada Ministrów przyjęła wspólne reguły organizacji branżowych rynków rolnych i zasady wprowadzania uzgodnionych cen na poszczególne produkty. Już od 1970 roku wszystkie główne produkty rolne (oprócz baraniny i ziemniaków) regulowane są wspólnotowo. Utworzony został system podtrzymywania dochodów poprzez gwarantowanie rolnikom cen na produkty rolne, czyli Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej. Głównym zadaniem Funduszu był skup nadwyżek produktów rolnych i finansowanie strat eksporterów produktów rolnych z państw członkowskich wynikających z różnicy cen na rynku EWG i cen światowych. Fundusz stworzył bardzo silne bodźce do powiększania produkcji, co szybko przyniosło efekty, jakich nie spodziewali się jej twórcy. Była to nadprodukcja towarów rolno-spożywczych, przysłowiowe „góry mięsa” i „rzeki mleka”, których przechowywanie pociągało za sobą ogromne koszty.

Dużym osiągnięciem lat 60 było porozumienie odnośnie podatku od wartości dodanej (VAT). Zapoczątkowano liberalizację obrotu osobowego na terytorium Wspólnoty opartą na dwóch zasadach: równość między pracownikami z różnych państw członkowskich (brak dyskryminacji narodowościowej) oraz zasada „pierwszeństwa wspólnotowego”. Sporo osiągnięto również w dziedzinie swobody otwierania przedsiębiorstw poza krajem macierzystym: wiązało się z tym tworzenie polityki konkurencji. W latach 60. zapoczątkowano również nowe relacje z nowo powstałymi państwami afrykańskimi – byłymi koloniami, co znalazło odzwierciedlenie w zawarciu Konwencji w Yaundé w lipcu 1963 roku [2]. To były rzeczywiście złote, dla integracji gospodarczej, lata sześćdziesiąte. Skończyły się lata powojennej odbudowy. Wspólna Polityka Handlowa przyczyniła się do odbudowy potęgi ekonomicznej Zachodniej Europy a w konsekwencji emancypacji politycznej krajów członkowskich. Wyrazem rosnącej samodzielności politycznej krajów członkowskich było coraz silniejsze artykułowanie interesów narodowych w opozycji do innych państw członkowskich.

Stosunkowo mniejszym sukcesem lat 60. były osiągnięcia Euratomu, którego celem było zmniejszenie zależności od dostaw surowców energetycznych z krajów trzecich<sup>9</sup> poprzez pokojowe i bezpieczne wykorzystanie energii atomowej. Węgiel tracił już swoje strategiczne znaczenie a o potencjale gospodarczo–militarnym państwa zaczynały decydować technologie nuklearne; stawało się jasne, że Europa Zachodnia w porównaniu do USA i ZSRR jest zapóźniona. Traktat przewidywał utworzenie wspólnego centrum badań nuklearnych oraz utworzenie Agencji zaopatrzenia w surowce i materiały rozszczepialne. Osiągnięcia Euratomu ograniczyły się do zniesienia 1 stycznia 1959 roku wszystkich ceł importowych i eksportowych, opłat o podobnych skutkach oraz ograniczeń ilościowych dla produktów związanych ze wspólnym rynkiem energii atomowej oraz utworzenia czterech centrów badawczych: w Niemczech (Karlsruhe), w Belgii (Mol), w Holandii (Patten) i we Włoszech (Ispra) oraz pięciu centrów nuklearnych. Funkcjonowanie Euratomu ograniczane było przez partykularyzm interesów narodowych; zwłaszcza Francja, która rozwijała swe badania by stać się mocarstwem atomowym (*force de frappe*) nie przejawiała większego zaangażowania w realizację programów tej organizacji. Również fuzja instytucji trzech Wspólnot oznaczała dla Euratomu i EWWiS marginalizację w systemie Wspólnot Europejskich. Inną przyczyną niewielkich

osiągnięć Euratomu było odkrycie nowych złóż ropy naftowej w Afryce i pod dnem Morza Północnego; tania ropa naftowa w dekadzie lat 60. okazała się skutecznym hamulcem przyspieszonego rozwoju pokojowej energetyki jądrowej w Europie [4].

Niestety sukcesy na płaszczyźnie gospodarczej były jedyne. W zakresie integracji politycznej miała miejsce tylko jedna inicjatywa i to w dodatku zakończona niepowodzeniem. Forsowana przez prezydenta Francji gen. Ch. De Gaulle’a (tak zwany Plan Fouchet’a – od nazwiska francuskiego ministra spraw zagranicznych) koncepcja unii politycznej i obronnej, złożonej z sześciu państw członkowskich EWG, była próbą zbudowania współpracy politycznej na zasadach współpracy międzyrządowej, niezależnie od gospodarczego obszaru działania EWG, na którym wykorzystywano organy ponadnarodowe. Miała ona obejmować prowadzenie skoordynowanej polityki zagranicznej i współpracę w dziedzinie obronnej i kulturalnej<sup>10</sup>. Prowadzone przez Generała konsultacje wykazały, że poza przychylnym stosunkiem kanclerza niemieckiego K. Adenauera, pozostali przywódcy europejscy wykazali dużą rezerwę wobec tej koncepcji. Powodem była obawa, iż postulowana unia może godzić we współpracę euro-atlantyczną (między USA i Europą Zachodnią) będąc swego rodzaju przeciwwagą dla NATO. Włochy i kraje Beneluxu odrzuciły tę koncepcję nie godząc się na jakiegokolwiek osłabienie NATO, w którym upatrywały najlepszego gwaranta swego bezpieczeństwa. Oficjalnie powodem nie przyjęcia Planu Fouchet’a było stanowisko Belgii i Holandii, które zapowiedziały, że poprzę Plan jeśli Francja zgodzi się na przyjęcie W. Brytanii do EWG. Było to nie do przyjęcia dla de Gaulle’a, który traktował W. Brytanię jako konia trojańskiego USA w Europie, a od samego początku widział Francję i Europę maksymalnie niezależną od USA.

Reasumując, można stwierdzić, że niewątpliwie osiągnięcia lat 60. w integracji zachodniej części naszego kontynentu mogły być jeszcze większe, gdyby nie demobilizująca rola francuskiego prezydenta gen. Ch. de Gaulle’a. Dwa posunięcia Generała, jedno na płaszczyźnie instytucjonalno-prawnej i drugie blokujące poszerzenie, miały w efekcie jeden cel: zapewnienie Francji dominującej roli w polityce europejskiej. Wywołując „kryzys pustego fotela” opóźnił zmiany w systemie decyzyjnym (wymóg jednomyślności Rady Ministrów, „gdy w grę wchodzi istotne interesy danego kraju”), co niewątpliwie spowolniło proces pogłębiania integracji. Stawiając dwukrotnie weto wobec przyjęcia Wielkiej Brytanii do EWG opóźnił pierwsze poszerzenie o około 10 lat. Znamienna była data zapowiedzi pierwszego weta – 14 stycznia 1963 roku a więc na tydzień przed podpisaniem Traktatu Elizejskiego, którego celem – poprzez pojednanie między dwoma narodami – było stworzenie francusko-niemieckiego tandemu nadającego dynamiki procesowi integracji. Wybór RFN za partnera – ekonomicznego giganta, lecz politycznego karła – a nie Wielkiej Brytanii dobitnie wskazywał, że partnerstwo Niemiec nie będzie przeszkodą dla przywództwa Francji w integrującej się Europie. Dosadnie zobrazował to jeden z polityków francuskich mówiąc, że obecnie przy sześciu członkach jest pięć kur i jeden kogut. Jeżeli przystąpi Wielka Brytania (wraz z innymi krajami) to kur będzie może siedem może osiem. Lecz będą dwa koguty a to jest nie do przyjęcia. Okazało się to później dużym błędem; zamiast wzmocnienia roli Francji w kierowa-

9 Kryzys sueski uświadomił wagę tej zależności.

10 Upraszczając, można powiedzieć, że zostało to zrealizowane trzydzieści lat później w postaci II filaru Unii Europejskiej.

niu Wspólnotami zaczęła ona tracić swą pozycję na rzecz Niemiec i pozostałych krajów członkowskich.

## NIWYKORZYSTANA DEKADA LAT 70

Rezygnacja gen. de Gaulle z prezydentury i wycofanie się z życia politycznego w kwietniu 1969 roku, dawały nadzieję na przyspieszenie integracji. Podczas spotkania szefów państw i rządów w Hadze w grudniu 1969 roku, uzgodniono kierunki dalszej integracji, co można zawrzeć w trzech słowach: uzupełnianie, pogłębianie, poszerzanie. Uzupełnianie oznaczało zapewnienie właściwej podstawy finansowej dla wspólnej polityki rolnej. Pogłębianie pociągało za sobą przygotowanie i opublikowanie w 1970 roku dwóch raportów. Pierwszy raport autorstwa E. Davignon, koncentrował się na problemach zjednoczenia politycznego i torował drogę do rozszerzenia Europejskiej Współpracy Politycznej. Drugi, to raport P. Werner w sprawie etapowej realizacji unii gospodarczo-walutowej. W konkluzji stwierdzono, iż osiągnięcie tego jest możliwe w dekadzie lat 70. Poszerzanie oznaczało wyrażenie zgody na rozpoczęcie negocjacji akcesyjnych z krajami aplikującymi do EWG. Powrócił więc optymizm, co do przyspieszenia integracji. Na konferencji na szczycie w październiku 1972 w Paryżu, uzgodniono ambitny harmonogram prac na lata siedemdziesiąte, który przewidywał: odnowienie zobowiązania do wprowadzenia unii gospodarczo-walutowej do roku 1980, działania na rzecz zmniejszenia różnic w rozwoju regionów poprzez utworzenie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, określenie na nowo wagi polityki społecznej, działania na rzecz znoszenia barier technicznych i stanowienia jednolitych warunków działania dla przemysłów EWG, ustanowienie wspólnotowych obszarów polityki ochrony środowiska, wzmocnienie współpracy politycznej, wzmocnienie uprawnień kontrolnych Parlamentu Europejskiego. W początkach dekady lat 70. proces integracji europejskiej postępował jeszcze w miarę pomyślnie. Niestety, bardzo szybko stało się jasne, że program będzie trudny do zrealizowania.

Pierwszym symptomem nadsięgających zagrożeń było załamanie się światowego systemu monetarnego, natomiast bezpośrednią przyczyną kryzysu była wojna Jom Kipur, z października 1973 roku między Izraelem a sąsiadującymi państwami arabskimi. Skutki tego zbrojnego konfliktu całkowicie zmieniły realia polityczne i gospodarcze, w jakich funkcjonowała nie tylko Wspólnota, lecz cały świat. Po pierwsze, państwa arabskie zastosowały embargo na dostawy ropy naftowej do tych krajów Wspólnoty, które popierały Izrael. Okazało się, że solidarność krajów Wspólnoty, wobec poczynań arabskich dostawców ropy pozostawia wiele do życzenia zważywszy, że w sytuacji nałożenia embargo na dostawy do Holandii, Francja i W. Brytania szybko zawarły kontrakty z państwami arabskimi na dostawy ropy. Po drugie, ujawnionemu brakowi solidarności towarzyszyło radykalne pogorszenie się warunków gospodarowania; w wyniku czterokrotnego podniesienia cen ropy przez organizację krajów eksportujących ropę naftową (OPEC). Spowodowało to światową recesję, spadło tempo wzrostu, wzrosło bezrobocie. Po trzecie, osłabienie tempa wzrostu, wskutek zwolnionej dynamiki eksportowej oraz stagnacji inwestycyjnej w Europie wpłynęło na powiększenie się luki technologicznej i spadek międzynarodowej konkurencyjności Wspólnot w stosunku do USA i Japonii. Zła koniunktura gospodarcza wywarła niekorzystny wpływ na proces europejskiej integracji. Zaostrzyły się ujaw-

nione w łonie Wspólnot trudności strukturalne. Doszło do poważnych kłopotów budżetowych, kryzysu Wspólnej Polityki Rolnej, uwidoczniała się niedoskonałość wspólnych instytucji. Interesy narodowe zaczęły dochodzić coraz bardziej do głosu, kosztem wspólnych korzyści. W trosce o ochronę własnych interesów zaczęto nadużywać procedur przewidzianych przez tzw. Kompromis Luksemburski. Sprawy dodatkowo się skomplikowały po dojściu do władzy premier Margaret Thatcher w W. Brytanii, która z powodzeniem przez lata osiemdziesiąte odgrywała rolę, jaką w latach sześćdziesiątych pełnił gen. de Gaulle. Były jednak również pewne sukcesy. W 1975 roku powołano do życia nową instytucję WE – Trybunał Obrachunkowy, którego głównym zadaniem stała się kontrola wykonania budżetu Wspólnot. W czerwcu 1979 roku miały miejsce pierwsze bezpośrednie wybory do Parlamentu Europejskiego. W kwietniu 1972 roku stworzono tzw. węża walutowego, który miał zapobiec nadmiernym wahaniom kursów walut państw członkowskich, a w 1973 r. powstał Europejski Fundusz Współpracy Walutowej. Kilka lat później, od marca 1979 roku zaczął funkcjonować nowo utworzony Europejski System Walutowy (ESW), którego celem było utworzenie strefy stabilności walutowej. System składał się z dwóch elementów: mechanizmu stabilizacji kursów walutowych oraz europejskiej jednostki obrachunkowej – ECU (European Currency Unit). W ramach mechanizmu stabilizacji waluty narodowe zostały ze sobą połączone poprzez wyznaczone bilateralnie centralne kursy wymiany. Mogły się one wahać względem siebie jedynie w wyznaczonym paśmie wahań kursowych. Pasma to wynosiło  $\pm 2,25\%$ . Początkowo mechanizm kursów walutowych działał bardzo sprawnie do tego stopnia, iż pod koniec lat 80. nie było praktycznie znaczących odchyśleń od wyznaczonych parytetów. Drugi element Systemu to europejska jednostka obrachunkowa (ECU) będąca koszykiem walutowym, w którego skład weszły waluty państw uczestniczących w Systemie. Udział poszczególnych walut w koszyku był ważony na podstawie udziału emitujących je krajów w produkcie brutto Wspólnoty i wewnątrz wspólnotowej wymianie towarowej. Pozytywne doświadczenia płynące z funkcjonowania ESW stały się istotnym argumentem na rzecz budowy unii gospodarczo-walutowej. Droga do tego okazała się jednak dłuższa niż myślano.

Trudności, jakie napotkał proces integracji w latach 70. usiłowano rozwiązać we wczesnych latach 80. Na szczycie w Fontainebleau, w czerwcu 1984 r., udało się zlikwidować impas w sprawach związanych z rolnictwem i budżetem, a także powołano dwa komitety: do spraw zmian instytucjonalnych (zwany komitetem Dooge'a) i ds. narodów Europy (komitet Adonnino). Komitety te opracowały stosowne raporty: pierwszy postulował szybkie stworzenie w pełni zintegrowanego rynku wewnętrznego, drugi – doprowadzenie do powstania „Europy Obywateli”. Były to jedyne sukcesy w pierwszej połowie lat 80. Nie był to więc okres fascynujących sukcesów; często określano go w mediach jako czas eurosklerozy lub europesymizmu. Wiele ważnych dla pogłębienia integracji inicjatyw rozmywało się w niemożności podjęcia decyzji. Recesja, utrata poczucia celu, przeświadczenie, że narody Europy przegrywają wyścig technologiczny z USA i Japonią, a nawet z nowo uprzemysłowionymi krajami rozwijającymi się z Azji Południowo – Wschodniej, blokowały pogłębienie integracji. Obraz kryzysu zaufania do integracji dopełniały poważne rozbieżności, co do dalszych kierunków integracji.

Zahamowanie integracji wynikało także z faktu, że w Traktacie Rzymskim nie sprecyzowano ściśle pojęcia wspólnego rynku i nie określono zasad dochodzenia do tego etapu integracji. Za podstawę funkcjonowania Wspólnoty uznano unię celną i tylko wobec niej podjęto wiążące postanowienia.. Brak klarownej wizji zintegrowanej gospodarczo Europy spowodował, że ramowe ujęcie wielu problemów skutkowało brakiem konkretnych wskazań czy instrumentów dochodzenia do wyższego, niż unia celna, etapu integracji.

Sytuacja zmieniła się w 1985 roku, gdy kierownictwo Komisji objął Francuz Jacques Delors. J. Delors szukał czegoś, co mogło nadać nowy impuls integracji i wspierany był w tym przez swego zastępcę lorda Cockfielda. Wynikiem ich współpracy był dokument zatytułowany „Biała Księga – zakończenie tworzenia rynku wewnętrznego”<sup>11</sup> zaprezentowany na spotkaniu Rady Europejskiej w Mediolanie, w czerwcu 1985 roku. Oba raporty, opracowane na zamówienie szczytu w Fontainebleau, oraz wspomniana Biała księga<sup>12</sup> decyzją Szczytu mediolańskiego stały się przedmiotem dyskusji i negocjacji Konferencji międzyrządowej, która przygotowała projekt nowego traktatu. Tekst został zaakceptowany przez Szczyt w Luksemburgu w grudniu 1985 roku. W wyniku dokonanych uzgodnień 9 państw członkowskich podpisało 17 lutego 1986 r. w Luksemburgu (28 lutego tego samego roku poprzez podpisy złożone w Hadze dołączyły do nich pozostałe – Dania, Włochy i Grecja<sup>13</sup>) Jednolity Akt Europejski = JAE (*Single European Act*), modyfikujący Traktaty Rzymskie.

## LITERATURA

- [1] Dourousset M.: *L'Union Européenne au XXI siècle* Elip-ses, Paris, 2004 s. 21.
- [2] Kołodziej T.: (red.) *Pomoc Unii Europejskiej dla krajów Afryki, Karaibów i Pacyfiku, Szansa dla polskich przedsiębiorstw?* Oficyna Wydawnicza WSM SIG, Warszawa, 2004.
- [3] Michałowska–Gorywoda K.: *Podjmowanie decyzji w Unii Europejskiej*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa, 2002 s.26.
- [4] Popowicz K.: *Historia integracji europejskiej*, SGH, Warszawa, 2006 s.73.

## THE LOGIC OF EUROPEAN INTEGRATION DEEPENING

### SUMMARY

*The paper opens the new series of articles on the motifs to intensify the European integration process since European Coal and Steel Community till Reforming Treaty.*

11 Mimo, iż wszystkie cła oraz ograniczenia ilościowe były już dawno zniesione, pozostawał istotny problem barier poza taryfowych. Istniejący wówczas wspólny rynek, utworzony poprzez wprowadzenie unii celnej, był podzielony poprzez liczne bariery utrudniające świadczenie usług oraz wymianę towarową pomiędzy państwami członkowskimi. Raport Cecchiniego to raport sponsorowany przez Komisję Europejską, wykonany pod kierunkiem włoskiego ekonomisty Paolo Cecchini, badający koszty utrzymania przez Europejską Wspólnotę Gospodarczą rozdrobnionego rynku. W oparciu o dane z czterech państw, Cecchini wraz z niezależnym zespołem konsultantów, ocenił koszty i korzyści utrzymania status quo (nie wprowadzania wspólnego rynku) analizując wpływ barier rynkowych poprzez porównanie rynków EWG i USA. W 1988 roku opublikował wyniki badań w szesnastotomowym raporcie. W raporcie stwierdzono, że istniejące fizyczne, techniczne i fiskalne bariery w handlu kosztują EWG od 3 do 6 % PNB (około 216 mld ecu) rocznie.

12 Jej specyfiką było, że precyzyjnie ustalała działania skierowane na utworzenie do końca 1992 sprawnie funkcjonującego rynku wewnętrznego.

13 Opóźnienie było konsekwencją faktu, że Parlament duński nie zaakceptował postanowień Szczytu w Luksemburgu, rząd grecki kontestował polepszenie stosunków między EWG a Turcją a rząd włoski uzgodnienia uznał za niewystarczające. Zakładano, że po zakończeniu procedur ratyfikacyjnych wejdzie on w życie 1 stycznia 1993 rokując reformy przewidziane w projekcie nowego Traktatu. Ostatecznie Duńczycy w referendum wypowiedzieli się za podpisaniem Traktatu a rządy Grecji i Włoch wycofały swe zastrzeżenia.

# 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:

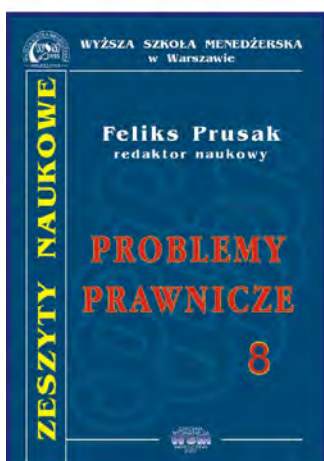
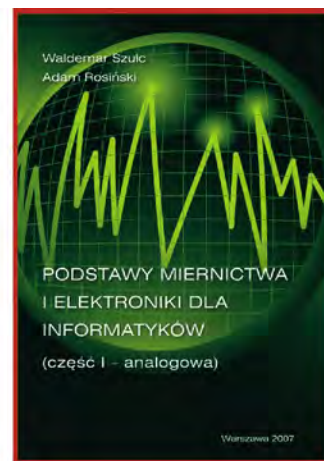
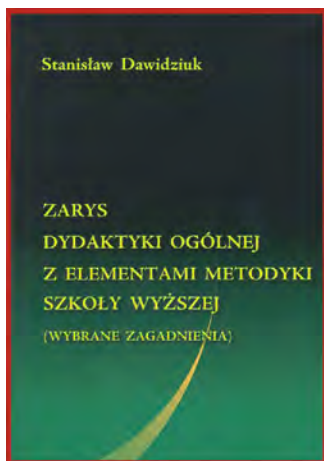
WYŻSZA SZKOŁA MENEDŻERSKA  
Redakcja czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”  
ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

### 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:  
**Edward Szymański**  
*Wprowadzenie do cywilizacji świata arabskiego*

Przedmiotem tej pracy jest wprowadzenie do zagadnień z zakresu historii i kultury świata arabskiego, a więc tej części świata muzułmańskiego, w której od chwili powstania islamu po dzień dzisiejszy mówi się po arabsku.

Praca jest przeznaczona dla studentów, którzy podejmują naukę nad zagadnieniami międzynarodowymi oraz kulturą ludów mówiących językiem arabskim, które stworzyły oryginalną cywilizację islamu z jej systemem prawnym, bogatą literaturą i sztuką. Całość zamyka zestaw świetnie opracowanych map regionów związanych z tematyką tej niezwykle atrakcyjnej pozycji książkowej.

