

**POSTĘPY  
TECHNIKI  
przetwórstwa  
spożywczego**

---

**TECHNOLOGICAL  
PROGRESS  
in food processing**

**2**  
**2014**



**Wyższa Szkoła Menedżerska**

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

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





**REKTOR**  
Prof. WSM dr hab.  
Paweł CZARNECKI



*„A te święta  
Niech pachną choinką  
Niech się złocą  
Bombkami na drzewkach.  
Aniołowie ze skrzydłami białymi,  
niech z nieba śniegiem posypią..?”*



**PREZYDENT WSM**  
Prof. nadzw. dr, dr h.c.  
Stanisław DAWIDZIUK

*Szanowni Państwo!*

*Serdecznie dziękujemy Naszym Czytelnikom,  
Autorom, Przyjaciółom Uczelni  
oraz jej Pracownikom i Studentom  
za życzliwość i współpracę.*



*Życzymy radosnych Świąt Bożego Narodzenia,  
nadziei w każdym sercu oraz spełnienia marzeń  
w Nowym 2015 Roku.*

Tom 24/45

PL ISSN  
0867-793x

5 pkt  
na liście  
rankingowej  
czasopism  
punktowanych

# POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

Nr 2/2014

Adres redakcji

03-772 Warszawa

ul. Kawęczyńska 36  
pok. 5

tel. 22 59 00 828

fax: 22 59 00 774

e-mail: [ptps@mac.edu.pl](mailto:ptps@mac.edu.pl)

B. Czasopisma  
naukowe  
nieposiadające  
współczynnika  
wpływu  
IMPACT FACTOR (IF)  
L.p. 1627



Czasopismo recenzowane  
Wyższej Szkoły Menedżerskiej  
w Warszawie

Wydanie publikacji dofinansował  
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Istnieje od 1992 r.

Do 2003 r. wydawane przez Instytut Maszyn Spożywczych

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

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

Wersja papierowa jest wersją pierwotną czasopisma

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

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

**Nakład:** 600 egz.

## SPIS TREŚCI

## Contents

Od Redakcji .....	4
<i>Editorial</i>	

## KRONIKA WYDARZEŃ WSM

Inauguracja roku akademickiego 2014/2015 .....	5
<i>The inauguration of academic year 2014/2015</i>	

INŻYNIERIA ŻYWNOŚCI  
FOOD ENGINEERING

1. KAŁETA A., WINICZENKO R., CHOIŃSKA A., GÓRNICKI K.: Uwarunkowania zmian masy i masy suchej substancji podczas rehydratacji suszonych jabłek .....	19
<i>Determinans of the mass and dry matter changes during the rehydration of dried apples.</i>	
2. JANISZEWSKA D., PAWLIKOWSKI B.: Wpływ czynników technologiczno-technicznych na jakość mięsa odzyskiwanego z odpadów poprodukcyjnych z karpi ( <i>Cyprinus carpio</i> ) .....	24
<i>The effects of technological and technical factors for quality separates meat from carp (Cyprinus carpio) wastes.</i>	
3. FABISZEWSKA A., MAZURCZAK P., PIELIŃSKA A., ZIENIUK B., NOWAK D., BIAŁECKA-FLORJAŃCZYK E.: Próba zastosowania drożdży <i>Yarrowia Lipolytica</i> KKP 379 w zagospodarowaniu odpadów przemysłu rybnego .....	28
<i>The attempt to apply Yarrowia Lipolytica KKP379 yeast in fishery industry wastes management.</i>	
4. KABZIŃSKI M., GRZESIK M.: Stanowisko badawcze do mieszania nieniu-tonowskich płynów spożywczych .....	34
<i>Research stand for mixing non-Newtonian food fluids.</i>	
5. WRZODAK A., GAJEWSKI M.: Wpływ 1-metylocyklopropenu (1-MCP) na wartość odżywczą owoców pomidora odmiany <i>Faustine F<sub>1</sub></i> .....	37
<i>Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on nutritional quality of tomato fruit CV. Faustine F<sub>1</sub>.</i>	
6. MIESZKALSKI L.: Metoda tworzenia trójwymiarowych modeli zewnętrznego kształtu jaja kurzego za pomocą matematycznego opisu konturów poprzecznych przekrojów .....	41
<i>Method for creating three-dimensional models of the external shape of the egg chicken with the mathematical description of the contours of transverse sections.</i>	
7. TARNOWSKA K., BRYŚ J., DUSZAK K.: Przeestryfikowanie mieszanin tłuszczu gęsiego z olejem rzepakowym w obecności lipazy z <i>Rhizomucor Miehei</i> .....	45
<i>Interesterification of goose fat and rapeseed oil mixtures catalyzed by Rhizomucor Miehei lipase.</i>	
8. KOMOLKA P., GÓRECKA D., DUDZIAK M.: Wpływ obróbki termicznej marchwi i ziemniaków na zawartość błonnika pokarmowego i jego frakcji .....	51
<i>The effect of thermal processing of carrot and potato on their content of dietary fiber and its fractions.</i>	
9. KOWALCZEWSKI P., SIPA., LEWANDOWICZ G.: Aktywność przeciwdrobnoustrojowa soku ziemniaczanego .....	56
<i>Antimicrobial activity of potato juice.</i>	
10. PAŁACHA Z., KRYSZTIAN J.: Analiza czasu zamrażania wybranych owoców przy zmiennych parametrach procesu zamrażania .....	62
<i>Freezing time analysis of some fruits the variable parameters of freezing.</i>	
11. GRZESIŃSKA W., TOMASZEWSKA M.: Ergonomiczne podstawy projektowania technologicznego zakładów spożywczych .....	68
<i>Ergonomic bases of technological designing food plants.</i>	
12. SZULECKA O., DOWGIAŁŁO A., WEINER W.: Możliwości pozyskiwania świeżego oleju łososiowego ze skór całych z wykorzystaniem hydrolizy enzymatycznej surowca .....	76
<i>The possibilities of fresh salmon oil extraction from the salmon whole skins.</i>	
13. STERCZYŃSKA M., JAKUBOWSKI M., DIAKUN J., POREDA A.: Separacja osadu zastępczego w kadzi wirowej wyposażonej w półkę osadową .....	80
<i>Substitute sediment separation in a cycling vat equipped with a sediment plate.</i>	
14. PIEPIÓRKA-STEPUK J., DIAKUN J.: Energetyczne aspekty procesu i skuteczności mycia płytowego wymiennika ciepła .....	86
<i>Electrical energy aspects and cleanliness in the cleaning process in CIP system a plate heat exchanger.</i>	
15. KROCHMAL-MARCZAK B., BETLEJ I.: Wpływ ekstraktu i miąższu z bulw batatów ( <i>Ipomoea batatas</i> [L.] Lam.) uprawianych w warunkach klimatyczno-glebowych Polski na wzrost grzybów pleśni .....	92
<i>Effect of extracts and pulp of sweet potato tuber (Ipomoea batatas [L.] Lam.) grown under conditions of climate and soil Polish growth of mold fungi.</i>	
16. HALLMANN E.: Zawartość związków biologicznie czynnych w wybranych sokach pomarańczowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej .....	95
<i>The content of bioactive compounds in selected orange juice from organic and conventional production.</i>	
17. MIESZKALSKI L.: Matematyczny model zmiany kształtu nasion bobiku w zależności od wilgotności .....	101
<i>Mathematical model of the shape change faba bean seeds depending on the moisture.</i>	
<b>ARTYKUŁY ANALITYCZNO-PRZEGLĄDOWE</b> <b>ANALYTICAL-REVIEW ARTICLES</b>	
18. MIESZKALSKA A., PIOTROWSKI D.: Wykorzystanie modeli barwy do oceny suszonych surowców roślinnych .....	105
<i>The use of colour models to assess dried plant materials.</i>	

19. **PÓLTORAK A., WYRWISZ J., MOCZKOWSKA M., MARCINKOWSKA-LESIAK M.:**  
Wpływ procesu dojrzewania i obróbki termicznej na kształtowanie jakości mięsa wołowego pozyskanego z systemu jakości ..... 112  
*The impact of the aging process on the components of texture of beef from different production systems.*
20. **POLAK-SLIWIŃSKA M., KUBIAK M. S., BOREJSZO Z.:**  
Metody oznaczania wybranych mikotoksyn w żywności i paszach ..... 120  
*Methods for the determination of selected mycotoxins in food and feed.*
21. **RAFALSKA U., STELMASIAK A., MOCZKOWSKA M., MARCINKOWSKA-LESIAK M., WYRWISZ J., PÓLTORAK A.:**  
Wpływ witaminy D<sub>3</sub> na kruchość kulinarnego mięsa wołowego ..... 125  
*The effect of vitamin D<sub>3</sub> on the tenderness of culinary beef meat.*
22. **SADOWSKA A., SKARŻYŃSKA E., RAKOWSKA R., BATOGOWSKA J., WASZKIEWICZ-ROBAK B.:**  
Substancje bioaktywne w surowcach pochodzenia roślinnego i roślinach zielarskich ..... 131  
*Bioactive substances in plants and herbs.*
23. **MOCZKOWSKA M., PÓLTORAK A., WYRWISZ J.:**  
Wpływ trendów żywieniowych na projektowanie nadziewanych zbożowych produktów spożywczych ..... 136  
*Influence of nutrition trends on filled, cereal food product design.*

## PROBLEMATYKA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWA AGRO FOOD PROBLEMS

24. **SZWEDZIAK K., POLAŃCZYK E.:**  
Zintegrowana uprawa pieczarek z pożytecznymi mikroorganizmami ..... 143  
*Integrated cultivation of mushrooms of useful microorganisms.*
25. **GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J.:**  
Potrzeby i niezbędne działania w zakresie aktywizacji gospodarczo-społecznej i ekologicznej małych gospodarstw rolnych ..... 146  
*Needs and necessary measures for economic, social and environmental activation of small farms.*

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

26. **KULAKOWSKA A., PIĄTKOWSKI Z., MATUSZEWSKI D., MAZUR K., PAWŁOWSKI M.:**  
Nowoczesne koncepcje zarządzania w realizacji funkcji organizowania w praktyce przedsiębiorstw ..... 151  
*Modern concepts of ordering establishing enterprises in practice in the realization of the function.*
27. **RUT J., KULIŃSKA E., SKRZYPCZYK L.:**  
Nowoczesne metody zarządzania logistyką w gastronomii. Część II Studium przypadku ..... 157  
*Modern methods of logistics management in gastronomy. Part II A case study.*
28. **KARPIUK M.:**  
Postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów prowadzone przed Prezesem Urzędu  
Ochrony Konkurencji i Konsumentów ..... 163  
*Proceedings concerning practices collective interests conducted before the President of the Office of Competition and Consumer  
Protection.*
29. **GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E.:**  
Decentralizacja finansów publicznych jako element zarządzania publicznego ..... 167  
*Decentralization of public finance as a component of public governance.*

### Zespół redakcyjny:

#### Redaktor Naczelna:

prof. dr hab. Alina Maciejewska

#### Redaktor Tematyczny:

mgr inż. Tadeusz Kiczuk

#### Redaktor Językowy:

mgr Jolanta Elżbieta Mieszkalska

#### Redaktor Statystyczny:

dr hab. Ewa Frątczak, prof. SGH

### Rada Naukowo-Programowa

#### Przewodniczący:

prof. dr hab. Andrzej Lenart – SGGW (Polska/Poland)

#### Członkowie:

prof. dr hab. Alexander J. Belohlavek, dr h.c. – Ostrawa (Czechy/Czech Republic)

prof. dr hab. inż. Borys Chrustaliow – Mińsk (Białoruś/Belarus)

prof. dr hab. inż. Myron Czerniec – Drohobycz (Ukraina/Ukraine)

prof. dr hab. Pavel Dancak – Presov (Słowacja/Slovakia)

prof. Da-Wen Su – Dublin (Irlandia/Ireland)

prof. dr Stanisław Dawidziuk, dr h.c. – WSM (Polska/Poland)

prof. dr hab. inż. Jarosław Diakun – PK (Polska/Poland)

prof. dr inż. Daniel Dutkiewicz – PK (Polska/Poland)

prof. dr sc. inż. Erlihman Włodimir Naumowicz – Kaliningrad (Federacja Rosyjska/Russia)

prof. dr sc. inż. Yuri Fatychov – Kaliningrad (Federacja Rosyjska/Russia)

doc. dr Marek Gruchelski – SGH, WSM (Polska/Poland)

prof. dr hab. inż. Ladislav Havel – Brno (Czechy/Czech Republic)

prof. dr hab. inż. Alzbieta Jarosova – Brno (Czechy/Czech Republic)

prof. dr hab. inż. Agnieszka Kaleta – SGGW (Polska/Poland)

prof. dr hab. inż. Henryk Komsta – PL (Polska/Poland)

prof. inż. Anna Krizhanová, Ph. D. – Žilina (Słowacja/Slovakia)

prof. dr hab. inż. Leszek Mieszkalski – SGGW (Polska/Poland)

prof. dr hab. inż. Marek Opielak – PL (Polska/Poland)

dr hab. inż. Zbigniew Pałacha, prof. SGGW (Polska/Poland)

doc. dr Volodymyr Reshetiuk – Kiev (Ukraina/Ukraine)

prof. dr hab. inż. Fiodor Romaniuk – Mińsk (Białoruś/Belarus)

doc. inż. Pavel Ryant – Brno (Czechy/Czech Republic)

prof. Viten'ko Tatiana, Ph. D., D. Sc. – Ternopil (Ukraina/Ukraine)

prof. dr hab. inż. Krzysztof Wituszyński – WSM (Polska/Poland)

## SZANOWNI PAŃSTWO

Przekazujemy Państwu 45-ty numer czasopisma. Jesteśmy obecni na rynku czasopism naukowych już 23 lata. Nieustannie dbamy o jego doskonalenie. Publikujemy recenzowane oryginalne artykuły naukowo-badawcze, badawczo-rozwojowe i analityczno-przeglądowe. Dotychczas opublikowaliśmy około 800 artykułów.

Bieżący numer otwiera relacja z uroczystości Inauguracji Nowego Roku Akademickiego 2014/2015. Otrzymała się ona u Wydawcy naszego czasopisma, tj. w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie.

W obecnym numerze publikujemy 29 artykułów naukowych. Sygnalizuję tylko niektóre z nich.

Przyrost lub ubytek masy suszonych jabłek zależy od rodzaju cieczy oraz temperatury, w jakiej odbywa się proces rehydratacji – stwierdza Zespół Pracowników Naukowo-Badawczych Wydziału Inżynierii Produkcji SGGW w Warszawie.

Mięso odzyskane z kręgosłupów karpia ze względu na skład i właściwości odżywcze jest wartościowym surowcem i może być z powodzeniem wykorzystywane na cele żywnościowe. Do takich wniosków doszedł w oparciu o prowadzone badania Zespół Naukowo-Badawczy Morskiego Instytutu Rybackiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Gdyni.

Badania wstępne (na dwóch Wydziałach SGGW w Warszawie) wskazują na to, że drożdże z gatunku *Yarrowia Lipolytica* mogą znaleźć zastosowanie w zagospodarowaniu uciążliwych dla środowiska odpadów pochodzących z zakładów przemysłu rybnego.

Nowoczesne stanowisko badawcze do mieszania nieniuetonowskich płynów spożywczych zbudowane w Katedrze Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie prezentuje kolejny artykuł w rozdziale Inżynieria Żywności.

Wpływ 1-metylocyklopropenu na zawartość likopenu, witaminy C i polifenoli w zależności od fazy dojrzałości i temperatury przechowywania pomidorów, przedstawiają wspólnie Zespoły Badawcze pracowników Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Wydziału Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu SGGW w Warszawie.

Poprawę właściwości żywieniowych i funkcjonalnych tłuszczu gęsiego na drodze przeestryfikowania enzymatycznego z olejem rzepakowym zaproponowali pracownicy Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie.

Obróbka termiczna (gotowanie w wodzie i parze oraz pieczenie) marchwi i ziemniaków powoduje istotne zmiany zawartości w nich błonnika pokarmowego i jego frakcji. Tę zależność stwierdzili pracownicy Katedry Technologii Żywności Człowieka na Uniwersytecie w Poznaniu.

W doniesieniach zawartych w pozostałych artykułach Zespołów Naukowo-Badawczych wielu Polskich Uczelni można znaleźć cenne informacje dotyczące między innymi:

- Aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku ziemniaczanego;
- Czasu zamrażania owoców przy zmiennych parametrach zamrażania;
- Ergonomicznych podstaw projektowania technologicznego zakładów spożywczych;
- Możliwości pozyskiwania świeżego oleju ze skór łososi;
- Separacji osadu zastępczego w kadzi wirowej podczas klarowania brzezki piwnej;
- Wpływu ekstraktu i miąższu z bulw batatów na wzrost grzybów pleśni;
- Instrumentalnego pomiaru barwy do oceny suszonych surowców roślinnych;
- Wpływu procesu dojrzewania i obróbki termicznej na kształtowanie jakości mięsa wołowego;
- Metod oznaczania mikotoksyn w żywności i paszach;
- Wpływu witaminy D<sub>3</sub> na kruchość mięsa wołowego;
- Substancji bioaktywnych w surowcach roślinnych i roślinach zielarskich;
- Zintegrowanej uprawy pieczarek z pożytecznymi mikroorganizmami;
- Nowoczesnych koncepcji zarządzania przedsiębiorstwami.

Zachęcam do lektury pozostałych, równie ciekawych chociaż nie sygnalizowanych artykułów.

**Dziękuję Autorom artykułów i Recenzentom** – twórcom sukcesu wydawniczego za dotychczasową współpracę. **Czytelników i Sympatyków** proszę o cenne uwagi i dalszy twórczy doping.

**W imieniu własnym i redakcji „PTPS” życzę Autorom, Recenzentom, Radzie Naukowo-Programowej, Czytelnikom, Pracownikom Uczelni oraz Studentom Wesołych Świąt Bożego Narodzenia oraz Szczęśliwego Nowego Roku 2015.**

**REDAKTOR NACZELNA**  
**Prof. dr hab. Alina Maciejewska**



## Inauguracja Roku Akademickiego 2014/2015

19 października 2014 roku w sali widowiskowo-koncertowej Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie zainaugurowano Rok Akademicki 2014/2015.

Wykład inauguracyjny pt. „Ekonomia – nauka czy sztuka?” wygłosił Prof. dr hab. Sławomir Ireneusz Bukowski, Prorektor ds. Rozwoju Kadry i Współpracy z Zagranicą Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu.

Uroczystość rozpoczęcia Nowego Roku Akademickiego została uświetniona obecnością wielu znakomitych Gości z kraju i zagranicy. Po odczytaniu Listów gratulacyjnych oraz po wystąpieniu Gości JM Rektor WSM Prof. dr hab. Paweł Czarnecki wręczył nagrody i dyplomy wyróżnionym Studentom oraz pracownikom uczelni. Kulminacyjnym punktem uroczystości była

immatrykulacja studentów I roku, którzy w imieniu wszystkich przyjętych na studia w roku akademickim 2014/2015 złożyli uroczyste ślubowanie na sztandar WSM i zostali pasowani na studentów przez Rektora WSM Prof. dr hab. Pawła Czarneckiego.

Po zakończeniu części oficjalnej program Uroczystości Inauguracyjnych uświetnił recital Anny Marii Adamiak przy oprawie muzycznej chóru Uniwersytetu Trzeciego Wieku WSM oraz akompaniamencie wybitnego kompozytora Eugeniusza Majchrzaka.

Poniżej zamieszczamy tekst przemówienia JE Prezydenta WSM Prof. Stanisława Dawidziuka dr. h.c., przemówienie JM Rektora WSM Prof. dr hab. Pawła Czarneckiego, wystąpienie przedstawiciela Samorządu Studenckiego oraz Wykład Inauguracyjny Prof. dr hab. Sławomira Ireneusza Bukowskiego.

**Przemówienie JE Prezydenta WSM  
w Warszawie  
Prof. Stanisława DAWIDZIUKA dr. h.c.**

**Magnificencjo, Panie Rektorze!**

**Dostojny Senacie!**

**Panowie Marszałkowie!**

**Panie i Panowie Parlamentarzyści!**

**Magnificencje Rektorzy!**

**Kanclerze!**

**Dostojni Goście!**

**Pracownicy Uczelni!**

**Drodzy Studenci i Kandydaci na Studentów!**

**Szanowni Państwo!**

Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie pełni swoją misję od 1995 roku. Jubileusz 20-lecia przypada na rok 2015, a zatem rok akademicki 2014/2015 stanowi jego wigilię. Święto nasze połączone z Inauguracją Nowego Roku Akademickiego skłania do refleksji.

Podróż i naszą przygodę rozpoczęliśmy w 1995 roku, pełni zapału i wiary w sukces. Początki były trudne, jeżeli chodzi o bazę materialną: małe pomieszczenie w baraku, 4 sale wynajęte w Szkole Podstawowej przy ul. Kickiego, 15 pokoi w akademiku UW – wymalowanych i wyposażonych w meble przez WSM.

Zrekrutowano 67 osób na studia stacjonarne i 247 na niestacjonarne. Udało się pozyskać znakomitą kadrę, wiele osób z niej już nie żyje. Nazwiska ich są w naszych czasopismach i będą umieszczone w Kronice 20-lecia.

Posiadaliśmy pozwolenie tylko na kierunek Zarządzanie i Marketing pierwszego stopnia.

Byliśmy i jesteśmy uczelnią dostępną również dla młodzieży z rodzin niezamożnych. Strategia ta pozwoliła już po roku trzykrotnie zwiększyć liczbę studentów. Zmuszeni byliśmy więc do dalszych wynajmów pomieszczeń na dydaktykę (przy ulicach Osowskiej, Paca, Wspólnej Drodze, Lubelskiej i na Kamionku). Nie były to przyzwoite warunki ani dla studentów, ani kadry naukowej do pracy, jednak entuzjazm zarówno kadry jak i studentów wyzwalał dalszą motywację i aktywność w dążeniu do posiadania własnej placówki naukowo-dydaktycznej. Gromadziliśmy i odkładaliśmy środki finansowe na zakupienie działki budowlanej lub nieruchomości odpowiadającej potrzebom edukacyjnym. Przełom w naszych wędrówkach po Pradze Południu nastąpił 15 lipca 1997 r. – po półrocznych negocjacjach WSM zakupiła od Pana Fr. Kluski nieruchomość przy ul. Kawęczyńskiej 36.



Adaptacja i remont pomieszczeń fabrycznych bardzo zdewastowanych – produkowano obudowy do telewizorów, były walką z czasem, aby zdążyć przygotować bazę dydaktyczną na październik 1997 r. i zakończyły się sukcesem. Ksiądz biskup Stanisław Kędziora uznał to za „cud na Kawęczyńskiej”.

Liczba studentów z każdym rokiem dynamicznie się zwiększała, co zmuszało władze uczelni do zwiększania bazy. Już w 2000 r. oddano nowy budynek dydaktyczny zw. „plombą”. Zaadaptowano pomieszczenia IMS, wynajęte na 20 lat opłacając czynsz z góry. Finałem inwestycyjnym było oddanie do eksploatacji tzw. Kampusu XXI wieku w 2005 r. Była to w pewnym sensie nasza misja – marzeń w stworzeniu świątyni wiedzy, która spełniałaby potrzeby młodzieży XXI wieku.

Przejdźmy teraz do oferty studiów dla młodzieży i dla potrzeb gospodarki. Uprawnienia II stopnia na kierunku Zarządzanie otrzymaliśmy po postanowieniu Sądu Naczelnego w 2000 roku. W następnych latach już bez Sądu otworzyliśmy:

**Ciechanów:**

Wydział Zamiejscowy; Zarządzanie I stp. – 2001

**Warszawa:**

Kierunki:

Informatyka inż. – 2002

Administracja I stp. – 2002

Zarządzanie i Inżynieria Produkcji – 2003

Prawo – 2004

Stosunki międzynarodowe I stp. – 2006

Pedagogika I stp. – 2006

Pielęgniarstwo – 2006



Administracja II stop.	– 2007
Politologia i Europeistyka I stop.	– 2007
<b><u>Ciechanów:</u></b>	
Informatyka i Administracja I stop.	– 2007
<b><u>Warszawa:</u></b>	
Pedagogika i St. Międzyn. II stop.	– 2010
Bezpieczeństwo Narodowe	– 2011
<b><u>Belchatów:</u></b>	
Zarządzanie	– 2013
Administracja	– 2014
<b><u>Warszawa:</u></b>	
Psychologia	– 2013
Finanse i rachunkowość	– 2014
<b><u>Karvina:</u></b>	
Pedagogika I stopnia	– 2014

Z powyższego widać, że Uczelnia w swoim rozwoju kieruje się potrzebami rynku – naszej gospodarki. Bezkosztowo, a właściwie z symbolicznym zasileniem budżetu Państwa dyplomy na różnych kierunkach uzyskało około 39 tysięcy absolwentów – na wykształcenie których uczelnie publiczne wydałyby kilkaset milionów złotych. Gospodarka nasza otrzymała te wykształcone osoby w prezencie – przykro, że władze nie tylko oświatowe tego nie cenią.

Kilka słów o rankingu: awans z 50-tego miejsca na 24-te – nie kupiony, a zasłużony:

- umiędzynarodowienie kadry akademickiej,
- w roku akademickim 2012/2013 Uczelnia nasza wydawała 2 czasopisma naukowe punktowane, obecnie wydaje ich 6.

Świadczy to o zwiększonej aktywności naszej kadry akademickiej. O jej udziale w konferencjach krajowych, zagranicznych i międzynarodowych. Udział w nich, w większości aktywny, wyraża się w artykułach naukowych, badaniach, monografiach itp. Za powyższy dorobek dwa wydziały otrzymały ocenę „B”, która podnosi naszą pozycję również wśród uczelni publicznych (parametryzacja – ocena osiągnięć).

W minionym roku dwóch naszych pracowników otrzymało tytuły profesora, jeden z nich stopień naukowy doktora habilitowanego, a dwóch otworzyło przewody doktorskie. Uruchomiono studia MBA i ścieżkę studiów w języku angielskim oraz zwiększono współpracę z uczelniami zagranicznymi o 100%. Erasmus WSM funkcjonuje już w kilkunastu krajach europejskich. Zwiększono udział pracowników w projektach.

Powyższe dokonania m.in. pozwoliły uczelni na ten znaczący awans w rankingu polskich uczelni.

Liczymy, że w roku 2015 uzyskamy uprawnienia trzeciego stopnia tj. prawo doktoryzowania. Sprawy nauki, dydaktyki, umów międzynarodowych należą do kompetencji JM Rektora, stąd ograniczyłem się w pewnym sensie do zapowiedzi.

### **Szanowni Państwo, Młodzi Przyjaciele!**

Mieście świadomość, że miarą sukcesu nie jest to, co człowiek osiągnął, ale to jakie trudności napotkał oraz odwaga jaką musiał mieć, aby walczyć z przeważającymi przeciwnościami (Ch. Lindberg). Pamiętajmy, że jutro nigdy nie czeka, to my musimy tworzyć własne jutro, jeżeli chcemy dołączyć do tych, którzy osiągnęli to, co spełniło ich marzenia.



Przecież całe nasze życie jest wyznaczaniem sobie celów, im szybciej je zrealizujemy, tym więcej osiągniemy w spełnianiu naszych marzeń.

Zanim wyruszymy w podróż budującą marzenia, powinniśmy wiedzieć, dokąd zmierzamy, jak zamierzamy tam dotrzeć i kiedy spodziewamy się tam przybyć. Jedną z największych tajemnic życia jest to, że jedni ludzie odnoszą sukcesy, a inni nie. Ludzie sukcesu posiadają wiele zalet, ale najbardziej wyróżniającą jest pragnienie osiągnięcia sukcesu, co jest ściśle związane z wizją.

Czas jest najcenniejszą z rzeczy, a marnowanie go jest największym marnotrawstwem, bowiem zgubiony czas nigdy już nie zostanie odnaleziony.

Wkraczając w nowy rok akademicki miejmy świadomość, że jedna czynność dobrze wykonana jest warta tysiąca czynności rozpoczętych, ale nie dokończonych. Aby odnieść sukces, musimy każdą pracę zakończyć.

### **Młodzi Przyjaciele!**

Dzisiejsza uroczystość to Wasze Święto. To w dniu dzisiejszym nasza Alma Mater udostępnia Wam wspólny Dom, Świątynię Wiedzy, gdzie będziecie kształtować Waszą osobowość. Wejdziecie do Wielkiej Rodziny, jaką jest Społeczność Akademicka naszej Uczelni. W tym Domu spędzicie kilka lat swego życia, w nim będą się spełniać wasze marzenia. Uczestniczyć będziecie w niezwykłym dziele poznawczym oraz w niezwykłej podróży, która trwać będzie zarówno w murach Alma Mater, w Waszym umyśle jak i sercach oraz Waszej pasji.

„Nie ma większego bogactwa w narodzie nad świątyni obywateli” – słowa św. Jana Pawła II.

Od dnia dzisiejszego zaczniecie się troszczyć nie tylko o okazałość Waszego Domu, a przede wszystkim o jakość jego światła, jaką promieniuje w środowisku. Ta Wasza świątynia zapewni Wam nie tylko dostęp do wiedzy, do badań, doznań intelektualnych, ale także możliwość uzyskania umiejętności i kompetencji zawodowych, językowych oraz kształtowania form współpracy i współżycia w grupie społecznej, czy też w środowisku lokalnym, krajowym oraz międzynarodowym.

W gromadzeniu przez Was wspomnianego kapitału muszą aktywnie uczestniczyć nauczyciele akademicy i cały personel pomocniczy.



Dlatego wymagamy od naszej kadry – wychowawców, aby byli świadomi swojej misji tj. bycia przewodnikiem, mistrzem, autorytetem, doradcą ale i partnerem. Tylko taka postawa sprosta wymaganiom jakie przed szkolnictwem wyższym postawiono.

### **Młodzi Przyjaciele!**

W naszej Uczelni otrzymacie ponadto takie wartości jak: szacunek do prawdy, dobra, człowieka, które to uzupełnią wasz kapitał wartości o wrażliwość, etykę i moralność, tak ważne w każdym obszarze działania społeczno-gospodarczego. Mam tu na myśli szacunek do człowieka, przyrody, tolerancję oraz świadomość odpowiedzialności wobec kolejnych pokoleń za dziedzictwo narodowe i kulturowe, a także wrażliwość na ludzką krzywdę i niesprawiedliwość.

Cóż jest ważniejsze w życiu niż prawda? Poszukiwanie prawdy oraz świadomość, że się ją posiadało, stanowi istotny motyw działań Uczelni.

A dobro, tak mało jest go w życiu, a tak duże są potrzeby.

### **Szanowni Państwo!**

To studenci w niedługim czasie będą kreatorami naszej przyszłości, w której będziemy żyć. To oni przejmą nasze obowiązki i ponosić będą odpowiedzialność za jej kształt i charakter.

Nie sposób nie wspomnieć o słuchaczach Praskiego Uniwersytetu III Wieku WSM. To Oni dają młodzieży przykład kształcenia się przez całe życie, aktywności, dobrej organizacji i realizacji zainteresowań. To Oni wydają tomiki wierszy i organizują spotkania z ciekawymi ludźmi, to oni swoim śpiewem zaszczycą nasze uroczystości.

**Dziękuję za uwagę.**

## Przemówienie J.M. Rektora WSM Prof. dr. hab. Pawła CZARNECKIEGO

**Ekscelencje!**

**Magnificencje!**

**Wysoki Senacie!**

**Koleżanki i Koledzy Pracownicy!**

**Drodzy Studenci!**

**Dostojni Goście!**

Świętujemy dzisiaj w murach Wyższej Szkoły Menedżerskiej na warszawskiej Pradze 20. Jubileuszową Inaugurację Roku Akademickiego. Serdecznie jeszcze raz witam wszystkich obecnych na tej radosnej jubileuszowej uroczystości. To prawdziwa radość witać tak wielu znakomitych gości. Szczególne słowa podziękowań za trud przyjazdu kieruję do naszych drogich gości z zagranicznych uczelni partnerskich. Wasza obecność jest dla nas zaszczytem i dowodem realnej współpracy.

Wspominam także tych, którzy nie doczekali dzisiejszej inauguracji roku akademickiego i odeszli na zawsze z naszej wspólnoty akademickiej: pracowników: św. p. prof. dr. hab. Mieczysława Sawczuka, nieodżałowanego naszego Jarka, śp. Jarosława Juszcza, studentów: śp. Urszulę Łapińską i śp. Wiesława Rębelskiego. Uczcijmy ich pamięć chwilą ciszy. Proszę o powstanie. Dziękuję.

Inauguracja Roku Akademickiego jest najważniejszą uroczystością w życiu społeczności Uczelni, wspólnoty wykładowców i studentów, podczas której dokonuje się immatrykulacji nowych studentów oraz podsumowuje miniony rok akademicki i otwiera nowy. Dzisiaj oprócz uczestniczenia w tradycyjnych akademickich zwyczajach mamy wyjątkową możliwość spojrzeć na Wyższą Szkołę Menedżerską z innej perspektywy tj. 20 lat aktywnej obecności w obszarach edukacji, kultury, szeroko rozumianego życia społecznego szczególnie Warszawy i okolic, ale także Polski i krajów sąsiednich. W wystąpieniu Jego Ekscelencji Prezydenta usłyszeliśmy opis swego rodzaju drogi jaką pokonała Uczelnia osiągając stan obecny. Była to droga pełna ciężkiej pracy, często trudnych doświadczeń, jednak była to droga sukcesu. Wielokrotnie i w różnych miejscach, zarówno ja jak i wielu z Państwa słyszeliśmy w wypowiedziach Jego Ekscelencji Prezydenta że ta Uczelnia powstała z marzeń.

Chciałbym w tym dniu z i tego miejsca jako statutowy reprezentant Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie, podziękować Panu Panie Prezydencie za te marzenia. Dzięki tym marzeniom oraz konsekwencji w ich realizowaniu, podejmowaniu ryzyka i wytrwałej pracy stworzył Pan Uczelnię na miarę XXI wieku. To dla nas ogromna radość uczestniczyć w tym dziele,



ale jednocześnie zobowiązanie do dalszego działania i zaangażowania w rozwój Uczelni oraz jej przyszłość. Składam Panu Założycielowi Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie prof. Stanisławowi Dawidziukowi Dr. h.c. serdeczne gratulacje oraz życzę kolejnych jubileuszy w zdrowiu i dalszej twórczej pracy.

Misją Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie jest: *kształtowanie kadr dla potrzeb innowacyjnej gospodarki*. W dorobku uczelni mamy już około 40 000 wykształconych absolwentów przygotowanych do pełnienia różnych ról społecznych w istotnych dla potrzeb społeczeństwa obszarach. W nowym roku akademickim 2014/2015 w uczelni rozpoczyna kształcenie: około 6000 studentów: w tym nowych 2039 studentów w siedzibie Uczelni w Warszawie, na Wydziale Zamiejscowym w Bełchatowie, na Wydziale Zamiejscowym w Ciechanowie oraz na Wydziale im. Jana Amosa Komenskigo w Karwinie w Republice Czeskiej. 24% to studenci z zagranicy z Czech, Słowacji, Ukrainy, Rosji, Białorusi, a nawet z Armenii i Uzbekistanu. Tak duża liczba studentów obcokrajowców stawia nas w pozycji lidera szkół niepublicznych i jest znakomitą okazją do budowania pozytywnych relacji oraz przekazywania wartości kultury polskiej i Unii Europejskiej. Ponad 2000 nowych studentów podejmujących studia w Uczelni to w warunkach niżu demograficznego ogromny sukces, ale także jednoznaczna weryfikacja atrakcyjności oferty edukacyjnej, bazy dydaktycznej i kadry naukowo-dydaktycznej Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie przynajmniej jej pozycję Lidera

Warszawy i Mazowsza. Nasze atuty potwierdzają zewnętrzne rankingi tj. I miejsce wśród warszawskich i mazowieckich uczelni, 12. miejsce w Polsce w rankingu miesięcznika Home and Market i 24. miejsce wśród uczelni niepublicznych w Polsce w prestiżowym rankingu Perspektyw oraz nominacja do Polskiej Nagrody Innowacyjności 2014. Chciałbym w tym miejscu na ręce Pana Kanclerza Radosława Dawidziuka złożyć najserdeczniejsze gratulacje dla pracowników marketingu, rekrutacji i dziekanatów.

#### **Szanowni Państwo!**

W ubiegłym roku rozpoczęliśmy dzieło reformy uczelni w zakresie jej struktury, organizacji, finansowania oraz kadrowym. Każda reforma w czasie jej realizacji pociąga za sobą określone niedogodności, co w większości odczuł każdy z naszych pracowników. Zapewniam jednak, że cel jaki sobie stawiamy to dalszy rozwój Uczelni, a tym samym perspektywa stabilnej pracy oraz przygotowania jednostki na wyzwania i potrzeby rynku edukacyjnego. Dostrzegamy już dzisiaj pierwsze pozytywne efekty wdrożonych działań, chociażby poprzez zwiększoną rekrutację na kierunkach, które były deficytowe. Dziękuję wszystkim pracownikom za zaangażowanie i cierpliwość.

W ubiegłym roku akademickim uzyskaliśmy uprawnienia do prowadzenia studiów I stopnia na kierunku pedagogika na Wydziale Zamiejscowym im. Jana Amosa Komeńskiego w Karwinie w Republice Czeskiej. Rekrutacja na tym zagranicznym wydziale

wynosi 160 nowych studentów. Na wydziale w Karwinie odbyła się także Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: DÍTĚ MEZI DVĚMA RODINAMI „Dziecko pomiędzy dwiema Rodzinami”. Uroczystość immatrykulacji studentów oraz inauguracji wydziału w Karwinie zgromadziła około 600 osób w tym przedstawiciele władz czeskich oraz Ambasady polskiej. Podziękowania za te osiągnięcia kieruję na ręce Dziekana wydziału dr Ireny Piskorovej.

Wydział Nauk Społecznych uzyskał uprawnienia do kształcenia na studiach jednolitych magisterskich psychologia. Ponad 120 studentów rozpoczynających edukację na I roku to duże osiągnięcie na tle innych uczelni w Warszawie. Studentów I roku psychologii serdecznie witam w uczelni. Na Wydziale Nauk Społecznych zorganizowano w minionym roku akademickim Międzynarodową Konferencję Naukową pt. „*Twórcza czy odtwórcza rzeczywistość dla Seniora*”, Międzynarodową Konferencję Naukowo-Szkoleniową Montessori Inspiracje. *Międzynarodowa Konferencja Montessori „INSPIRACJE” „Pomóż mi zrobić to samodzielnie” Maria Montessori*, oraz „*Europa Środkowa w europejskich procesach integracyjnych: 10 lat doświadczeń*”, a także seminaria naukowe „*Polska-Turcja - historia i współczesność*” oraz „*Państwo i społeczeństwo na Bliskim Wschodzie w kontekście rewolucji arabskich*”. Dziekanowi Wydziału Nauk Społecznych dr Izabelli Kust serdecznie dziękuję i gratuluję osiągnięć.



Wydział Menedżerski i Nauk Technicznych, który powstał po połączeniu Wydziału Menedżerskiego i Wydziału Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa uzyskał uprawnienia do kształcenia na studiach I stopnia na kierunku Rachunkowość i Finanse. Na tym wydziale trwają zaawansowane prace nad przygotowaniem wniosku o otrzymanie uprawnień do prowadzenia studiów III stopnia z nauk o zarządzaniu oraz interdyscyplinarnych i innowacyjnych studiów I stopnia na kierunku biznesowo-prawnym. Wydział ten uruchomił także elitarne studia *Executive Master o Business Administration*, a także studia w języku angielskim na kierunku zarządzanie i na kierunku bezpieczeństwo. Ważnymi wydarzeniami były też konferencje naukowe: „Przedsiębiorstwo wobec wyzwań umiędzynarodowienia”, zorganizowana przez Koło Naukowe Zarządzania – Studenci Myślący Przedsiębiorczo pod kierunkiem Pani mgr Doroty Wójcik-Kośla oraz ogólnopolska konferencja naukowa „Uwarunkowania przekształceń MŚP w organizacje innowacyjne”. Na wydziale odbyła się także pierwsza w Polsce konferencja coachingowa, seminarium naukowe „Nowoczesność w planowaniu produkcji”. Wydział ten uzyskał z Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu OPUS5 grant badawczy na projekt: *Warunki zdynamizowania innowacji w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych* pod kierownictwem prof. zw. dr hab. Stanisława Sudoła dr h.c. Dziękuję Dziekanowi Wydziału Menedżerskiego i Nauk Technicznych prof. dr hab. Adamowi Szpaderskiemu, gratuluję Panu osobiście uzyskania stopnia dr hab. i życzę pozytywnych wyników w realizacji zamierzonej strategii. Sukcesem kierowanego przez Pana Wydziału, było uzyskanie pozytywnej oceny Polskiej Komisji Akredytacyjnej dla studiów inżynierskich na kierunku informatyka. Słowa serdecznych podziękowań kieruję na ręce Prorektora dr Joanny Michalak-Dawidziuk za szczególne zaangażowanie w przygotowanie kierunku do oceny oraz nadzór nad zespołem. Z inicjatywy Pani Prorektor i z jej bezpośrednim zaangażowaniem nasi studenci obcokrajowcy, szczególnie ukraińscy uczestniczyli w wielu debatach tematycznych z udziałem przedstawicieli świata politycznego oraz odbyli wizyty w Sejmie, Senacie, Państwowej Komisji Wyborczej i innych ważnych urządach państwowych.

W minionym roku akademickim uzyskaliśmy także, uprawnienia do prowadzenia dwóch kierunków kształcenia na studiach I stopnia Administracja i Zarządzanie na Wydziale Zamiejscowym w Bełchatowie. Słowa podziękowań za pracę kieruję na ręce Dziekanów Eweliny Kowalskiej, doc. Dr Grażyny Grabarczyk oraz byłej Dziekan Wydziału Menedżerskiego dr inż. Alfredy Kamińskiej.

Ważną funkcję badawczą w Uczelni pełni Instytut Studiów nad Filozofią Słowiańską im. św. Cyryla i Metodego. Prowadzone badania, naukowe projekty

międzynarodowe oraz działalność wydawnicza zrealizują cel Instytutu jakim jest otrzymanie uprawnień do nadawania kwalifikacji III stopnia z nauk humanistycznych. Na ręce dyrektora Instytutu prof. zw. dr hab. Wojciecha Słomskiego dr h.c. Mult. składam gratulacje i życzenia sukcesu w dalszej realizacji projektu.

Studium Języków Obcych naszej Uczelni uzyskało prestiżową akredytację przy centrum egzaminacyjnym *The London Chamber of Commerce and Industry International Qualification*.

Sukcesem Centrum promocji i rozwoju Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie było wygranie konkursów na realizację trzech projektów z funduszy unijnych pt.: *ICT- autostrada do nowoczesnego jutra*, *Język obcy- bilet do lepszej przyszłości* oraz *Edukacja dorosłych nauka przez całe życie*. Słowa gratulacji kieruję na ręce Dyrektora Centrum Pana Macieja Pałygiwicza.

Odnotowaliśmy także ogólnouczelniany sukces w obszarze wydawnictw naukowych. Wszystkie czasopisma naukowe Wyższej Szkoły Menedżerskiej zostały poddane ocenie, w której uzyskały wysoką punktację i znalazły się na liście czasopism punktowanych Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Główną mocną stroną i rozpoznawalnością Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie są jej studenci oraz ich aktywne zaangażowanie w działalność kulturową, sportową oraz naukową.

**W roku akademickim 2013/2014 siatkarze Akademickiego Związku Zawodowego WSM wywalczyli:** I miejsce i tytuł Akademickiego Mistrza Polski w typie uczelni niepublicznych, II miejsce w Akademickich Mistrzostwach Warszawy i Mazowsza, I miejsce pary Rafał Obermeler/Szymon Gregorowicz w Akademickich Mistrzostwach Warszawy i Mazowsza w siatkówce plażowej oraz I miejsce w klasyfikacji generalnej uczelni w Akademickich Mistrzostwach Warszawy i Mazowsza w siatkówce plażowej. Słowa gratulacji i podziękowań kieruję do Kierownika Studium Kultury Fizycznej Pana mgr. Jerzego Zielińskiego.

Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznał prestiżowe stypendia Ministra dla najwybitniejszych studentów w Polsce 6 studentom Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie.

Po raz drugi z kolei Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie była liderem projektu *Debiut naukowy - Zrównoważony rozwój* w partnerstwie z Akademią Nauk Pedagogicznych Ukrainy w Kijowie oraz pod patronatem prof. Jerzego Buzka.

W minionym roku akademickim Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie z inicjatywy studentów stała się przestrzenią dyskusji i solidarności z Ukrainą. W Uczelni odbyły się wydarzenia bezprecedensowe w Polsce, m.in. *Debata o przyszłości Ukrainy*, *Ukraińska Wiosna* oraz *WSM solidarna z Ukrainą*, we współpracy

z Ambasadą Ukrainy w Polsce przy osobistym zaangażowaniu Ambasadora Ukrainy.

Za te sukcesy, które są naszą dumą serdecznie Wam Drodzy Studenci dziękuję.

Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie gościła w minionym roku akademickim wybitne osobistości życia politycznego, naukowego, kulturalnego z Polski i zagranicy, m. in: Prezydenta Miasta Stołecznego Warszawy prof. Hannę Gronkiewicz-Waltz, Ambasadorów Ukrainy, Mołdawii, Malty – obecnego także na tej uroczystości Jego Ekscelencję Piera Clive Agiusa oraz Prezydenta Światowego Stowarzyszenia Prawników w Waszyngtonie prof. Alexandra Belochlavka.

Na wniosek Prezydenta WSM Senat Uczelni nadał tytuł i godność Professora Honorificum J. E. Prezydentowi Narodowej Akademii Nauk Pedagogicznych Ukrainy w Kijowie Prof. Vasyłowi G. Kremenowi, byłemu ministrowi oświaty Ukrainy oraz wybitnemu badaczowi.

Gościem Uczelni był także Lukasz Podolski, reprezentant kadry Niemiec w piłce nożnej, piłkarz Arsenalu Londyn, który w kampusie Uczelni inaugurował działalność ośrodka dla dzieci w ramach Fundacji Lukasa Podolskiego z Fundacją „ARKA” oraz Wyższą Szkołą Menedżerską w Warszawie i Ambasadą Niemiec w Polsce.

W roku akademickim 2013/2014 utworzyliśmy duszpasterstwo akademickie Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie przy Parafii Najświętszego Serca Jezusowego w Warszawie na ul. Kawęczyńskiej. Słowa podziękowań za tę szczególną formę uczestniczenia w życiu społeczności akademickiej kieruję do Czcigodnego ks. Edmunda Modzelewskiego- Proboszcza- duszpasterza akademickiego WSM.

Szanowni Państwo! Wielokrotnie w moim wystąpieniu używałem słowa sukces. Czyniłem to świadomie i z premedytacją. Dzisiaj w czasie tak podniosłej jubileuszowej uroczystości chciałbym, aby każdy z nas czuł się dumny z Uczelni w której pracuje, studiuje i w której jest gościem, a jednocześnie współtwórcą jej pomyślności.

### **Drodzy Studenci!**

Witam serdecznie studentów I roku. Życzę Wam aby etap który rozpoczynacie był dla Was życiową przygodą, budowaniem więzi koleżeńskich i zdobywaniem wykształcenia, które zapewni Wam odpowiednie i godne miejsce na rynku pracy. Wszystkim studentom życzę pomyślnego roku akademickiego oraz aktywnego dalszego współtworzenia naszej *Alma Mater*. Proszę przekazać także serdeczne pozdrowienia i życzenia Waszym bliskich.

Słowa serdecznych życzeń kieruję do najmłodszych studentów, słuchaczy Praskiego Uniwersytetu III wieku przy Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie. Wasza aktywność w życiu Uczelni jest dla nas ogromną radością i motywacją.

**Drodzy Pracownicy, Koleżanki i Koledzy.** Przed nami nowy rok akademicki, rok wyteżonej pracy naukowej, dydaktycznej i administracyjnej. Życzę nam wszystkim abyśmy w twórczym zaangażowaniu, wzajemnej życzliwości, szacunku i odpowiedzialności wypełniali nasze obowiązki i realizowali misję Uczelni i jej cele.

Dziękuję za uwagę i cierpliwość.

**Quod felix faustum fortuna tum que sit!**



## Wystąpienie Andrija Boichuka Przedstawiciela Samorządu Studenckiego WSM

**Ekscelencjo – Panie Prezydencie!**

**Magnificencjo, Panie Rektorze!**

**Szanowna Pani Prorektor!**

**Wysoki Senacie!**

**Dziekani i Wykładowcy!**

**Dostojni Goście!**

**Drogie Koleżanki i Koledzy Studenci!**

Serdecznie witam wszystkich obecnych w imieniu Samorządu Studentów Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie!

Podjmując studia na uczelni wyższej, młoda, świadoma osoba oczekuje, że właśnie tutaj nie tylko zdobędzie niezbędną w przyszłości wykwalifikowaną wiedzę, ale stanie się także prawdziwym człowiekiem w szerokim pojmowaniu tego słowa.

Zaczyna się rok akademicki. Przed Wami Koleżanki i Koledzy Studenci wiele wykładów, seminariów, egzaminów i związanego z nimi niepokoju. Ale przyjdzie czas, kiedy będziemy zbierać owoce swojej pracy i dopiero wtedy każdy z Was oceni swoje starania.

Pretendować do godnego miejsca we współczesnym świecie mogą tylko wykształcone narody. Pozostałe

znajdą się na krawężniku globalnych procesów cywilizacji. A my, każdy z nas, jesteśmy nieodłączną częścią swojego narodu. Wykształcenie wyższe – to fundament, na którym budowane jest państwo. Do niego powinni dążyć wszyscy, niezależnie od wyboru przyszłego zawodu. Już nie raz mówiłem o roli studentów w procesie edukacji i potrzebie intensywnego i pełnego wykorzystania tego czasu. Student sam musi zrozumieć, dlatego podjął studia wyższe. Jestem pewien, że wykładowcy Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie zrobią wszystko co możliwe, żeby wykonać swoje zadanie w stosunku do Was, ale jak mówią, lekarz jest bezsilny, gdy pacjent sam nie chce odzyskać zdrowia. Jestem przekonany, że w tej auli obecnych jest wiele osób, które osiągną sukces w przyszłości. Żeby taka prognoza stała się rzeczywistością, trzeba pomóc dzisiejszym studentom w maksymalnym odkryciu ich zdolności i pasji, a to zadanie należy do naszej wysoko wykwalifikowanej kadry wykładowców, która w moim przekonaniu, bardzo dobrze sobie z tym poradzi. Społeczeństwo ma prawo oczekiwać od uczelni wyższej wyszkolenia takich kadr, które będą nastawione na optymalną zawodową i społeczną samorealizację, a nie będą obciążone starymi stereotypami.

Wierzę, że skonsolidowane społeczeństwo jest w stanie nie tylko przezwyciężyć ciężki i trwały kryzys, ale również wejść na drogę stałego rozwoju!

Dziękuję bardzo i wraz z całym Samorządem Studentów życzę Wam, Drodzy Studenci, samych sukcesów w procesie edukacji i na drodze życiowej!



**Wykład Inauguracyjny Prof. dr hab.  
Sławomira Ireneusza BUKOWSKIEGO  
Prorektora ds. Rozwoju Kadry i Współ-  
pracy z Zagranicą Uniwersytetu Tech-  
nologiczno-Humanistycznego im. Kazi-  
mierza Pułaskiego w Radomiu**

**pt. EKONOMIA – NAUKA CZY  
SZTUKA?**

**Wasza Magnificencjo, Panie Rektorze!  
Wasza Ekscelencjo, Panie Prezydencie!  
Panowie Marszałkowie!  
Panie i Panowie Parlamentarzyści!  
Dostojny Senacie!  
Honorabilis – Wasze Magnificencje!  
Spektabilis Państwo Dziekani!  
Dostojni Goście!  
Szanowni Pedagodzy! Pracownicy Uczelni!  
Studenci! Absolwenci!  
Wielce Szanowni Zebrani!**

„Motorem ludzkiego działania jest chęć zachowania swojego gatunku i siebie. To zmusza do zdobywania środków do życia i zapobiegliwego dbania o nie. Ta zapobiegliwość rodzi chciwość i lęk. Chodzi o to, aby mieć więcej i by tego przypadkiem nie utracić. Te dwie myśli organizują nasze myślenie o gospodarce i gospodarowaniu. Przenikają także sposób uprawiania ekonomii rozumianej jako nauka o gospodarującym społeczeństwie i gospodarującym człowieku, o zdobywaniu przez niego środków do życia, o tym jak je zdobywać efektywnie, o tym jak na tym zarobić, a w każdym razie nie stracić, o związanych z tym mechanizmach, współzależnościach, prawidłowościach i prawach” (K. Kuciński, *Metodologia nauk ekonomicznych. Dylematy i wyzwania*, Difin, Warszawa 2010).

„Gospodarka rynkowa to społeczny system podziału pracy w warunkach prywatnej własności środków produkcji.(...) System ten jest kierowany przez rynek. Rynek kieruje działania jednostki w te obszary, na których może ona najlepiej służyć innym. W działaniu rynku nie ma przymusu ani przemocy. Państwo, społeczny aparat przymusu i przemocy, nie wtrąca się do rynku ani do działań obywateli kierowanych przez rynek. Swoją władzę dyscyplinowania ludzi wykorzystuje wyłącznie w celu zapobieżenia działaniom szkodliwym dla utrzymania i sprawnego funkcjonowania gospodarki rynkowej.(...) Państwo tworzy i chroni środowisko, w którym gospodarka rynkowa może bezpiecznie funkcjonować” (Ludwig von Mises, *Human Action. A Treatise on Economics*, Fox&Wilkes, San Francisco 1996).



Ekonomia jako nauka bada, w jaki sposób społeczeństwa i społeczności oraz jednostki ludzkie dokonują wyborów ekonomicznych dotyczących alternatywnego wykorzystania ograniczonych zasobów w celu produkcji, podziału, wymiany i konsumpcji.

Ekonomia jest w istotny sposób związana z prakseologią, nauką o świadomym, celowym działaniu, jego skuteczności i sprawności (twórcami prakseologii byli m.in. Alfred Espinas, Ludwig von Mises, Tadeusz Kotarbiński).

Ekonomia jako dyscyplina dzieli się na subdyscypliny, do których należą m.in:

- Mikroekonomia
- Makroekonomia
- Ekonomia międzynarodowa
- Polityka gospodarcza.

Celem teoriopoznawczym ekonomii pozytywnej jest, jak każdej nauki – „zrozumienie dla samego zrozumienia”, a w szczególności odpowiedź na pytania:

- Jakie prawa rządzą procesem gospodarowania?
- W jaki sposób funkcjonuje gospodarka?

Metodologia ekonomii pozytywnej jest formalna i abstrakcyjna, służy oddzieleniu czynników ekonomicznych od społecznych i politycznych.

Ekonomia normatywna natomiast integruje ekonomię z etyką, celami, wartościami społecznymi i politycznymi.

Koncepcja gilotyny Hume’a pozwala na precyzyjne rozróżnienie podejścia pozytywnego i normatywnego w nauce.



<u>Podjęcie pozytywne</u>	<u>Podjęcie normatywne</u>
jest	powinno
fakty	wartości
obiektywne	subiektywne
opisowe	zalecające
nauka	sztuka
prawdziwe/fałszywe	dobry/zły

Aspekty metodologiczne ekonomii to:

Teoria ekonomiczna – wewnętrznie spójny system założeń (aksjomatów) i twierdzeń, opisujących i objaśniających zjawiska i procesy występujące w realnej gospodarce,

Model – mniej lub bardziej sformalizowana teoria naukowa lub jej część.

Cechą charakterystyczną teorii i modeli ekonomicznych jest uproszczony obraz rzeczywistości (np. model P. Samuelsona, model konkurencji monopolistycznej – podobnie jak w fizyce – model gazu doskonałego, teoria dynamiki I. Newtona, ogólna i szczególna teoria względności A. Einsteina itp.)

W badaniach ekonomicznych izolujemy zjawiska ekonomiczne od społecznych, kulturowych, politycznych, aby wyjaśnić ich istotę.

Model badań ekonomicznych ma z punktu widzenia metodologii nauki charakter hipotetyczno-dedukcyjny:

- Obserwowanie

- Uogólnianie wyników obserwacji (indukcja)
- Wnioskowanie (dedukcja)
- Krytyka powstałej wiedzy (teorii, modelu).

Na podstawie badań formułuje się „stylizowane fakty”, czyli ogólne prawidłowości zidentyfikowane w statystycznych cechach ekonomicznych szeregów czasowych.

W badaniach ekonomicznych ogromne znaczenie odgrywa ekonomia matematyczna i metody ilościowe – statystyka matematyczna, ekonometria.

Badania ekonomiczne prowadzą do formułowania stylizowanych faktów i ich wyjaśniania na podstawie istniejących lub nowych teorii (modeli).

Teorie i sformułowane na ich podstawie wnioski, dotyczące wyjaśniania „stylizowanych faktów” charakteryzujących zjawiska ekonomiczne podlegają testowaniu.

Do podstawowych problemów metodologicznych należą:

- Czy teoria dobrze wyjaśnia badaną rzeczywistość?
- Jakie kryteria stosować przy porównywaniu różnych teorii ekonomicznych?
- Która teoria jest lepsza od innej i dlaczego?
- W jaki sposób następuje kumulacja wiedzy naukowej i w jaki sposób rozwija się nauka?



Do głównych stanowisk metodologicznych należą:

- Weryfikacjonizm (Kant., Hume, Kartezjusz)
- Falsyfikacjonizm (K. Popper)
- Instrumentalizm
- Koncepcja rewolucji naukowych (T. Kuhn)
- Koncepcja naukowych programów badawczych (I. Lakatos)
- Retoryka (D. McCloskey).

W weryfikacjonizmie prawdziwość teorii musi być potwierdzona empirycznie (ograniczone zastosowanie w ekonomii, ale też w innych dziedzinach i dyscyplinach nauki).

W falsyfikacjonizmie teoria jest potwierdzona nie wówczas, kiedy zgadza się z wieloma faktami, lecz wtedy, gdy nie jesteśmy zdolni znaleźć jakiegokolwiek faktu, który by jej zaprzeczał (korroboracja). Teoria nie może zostać uznana za prawdziwą w wyniku wnioskowania indukcyjnego.

Dla zwolenników instrumentalizmu: jedynym celem teorii jest konstruowanie prognoz; trafność prognozy wskazuje na użyteczność teorii.

Zwolennicy retoryki twierdzą, że ekonomiści przekonują się do pewnych koncepcji i modyfikują swoje własne „nie” na podstawie testów empirycznych lub potwierdzonych przez bieg wydarzeń prognoz, ale przy wykorzystaniu takich czynników, jak wirtuozeria w posługiwaniu się aparatem matematycznym, ironia, metafora, styl argumentowania (zob. szerzej: A. Wojtyna, *Ewolucja keynesizmu a główny nurt ekonomii*, Wyd. naukowe PWN, Warszawa 2000).

Należy również pamiętać o subiektywizmie w badaniach ekonomicznych, który wynika z faktu, że ekonomista stanowi sam częśćkę swoich badań.

Innym ważnym aspektem jest nieprzewidywalność i probabilistyka, co trafnie oddaje K. Kuciński:

„Cały urok, prowadzenia działalności gospodarczej, zarządzania gospodarką i przedsiębiorstwem oraz badaniem gospodarki polega na tym, że w długim horyzoncie czasowym gospodarka jest nieprzewidywalna, a prawdy o niej są jedynie prawdziwe w przybliżeniu i z pewnym prawdopodobieństwem” (K. Kuciński, 2010).

Ekonomia jako sztuka (ekonomia normatywna) dotyczy zagadnień polityki i wiąże naukę ekonomii z ekonomią normatywną.

Charakteryzuje się skomplikowaną metodologią, albowiem uwzględnia: współzależności między polityką, czynnikami społecznymi i czynnikami ekonomicznymi.

Warto w tym miejscu przytoczyć ponownie K. Kucińskiego: „Zadaniem ekonomii nie jest stawianie czoła pojawiającym się problemom gospodarczym, lecz dostarczanie wiedzy pozwalającej to czynić tym, którzy są do tego powołani” (K. Kuciński, 2010). A zatem, ekonomiści zajmujący się nauką powinni przede wszystkim dostarczać wiedzy przedsiębiorcom, menedżerom, politykom.

Podstawowy problem: Jeśli takie są czyjeś cele normatywne i jeśli tak funkcjonuje gospodarka, to czy owe cele są możliwe do zrealizowania i jak można najlepiej osiągnąć te cele?



Ekonomista jest w tym przypadku, jako doradca polityka gospodarczego, jak przedstawiciel biura podróży. Powinien sformułować warianty rozwiązań, jak odpowiedzi na powyższe pytanie, wskazując w każdym z nich relację korzyści do kosztów. Ekonomista doradza, ale polityk musi posiadać wiedzę, rozumieć, chcieć i musi umieć dokonać wyboru.

Ekonomista jest tym „przedstawicielem biura podróży” również w innych przypadkach, kiedy pełni funkcję:

- doradcy ekonomicznego (konsultanta) w przedsiębiorstwie,
- doradcy inwestycyjnego,
- doradcy finansowego,
- księgowego,
- analityka ekonomicznego.

Ekonomię warto studiować ponieważ:

- ekonomia jest interesującą dyscypliną, choćby dlatego, że nic w gospodarce „nie jest w 100% pewne”,
- studiowanie ekonomii daje wiedzę o świecie, której większość członków społeczeństwa nie posiada, ulegając „mitologii gospodarczej”,
- można nauczyć się zasad rachunku ekonomicznego, rachunku kosztów i korzyści, przydatnego w innych obszarach życia poza gospodarowaniem,
- możemy uprawiać zawód związany z tym, co jest podstawą bytu społeczeństwa – procesem gospodarowania,

- można wykonywać wiele zawodów: księgowego, maklera, doradcy inwestycyjnego, analityka, bankowca, finansisty, analityka ekonomicznego, doradcy ekonomicznego, konsultanta, ubezpieczeniowca, handlowca, naukowca, nauczyciela, menedżera itd.,
- bardzo poszukiwani są na rynku pracy ci ekonomiści, którzy łączą wiedzę z ekonomii z wiedzą i umiejętnościami z zakresu statystyki, ekonometrii i informatyki.
- można znaleźć pracę w korporacjach międzynarodowych w kraju i za granicą, szczególnie jeśli posiadzie się wiedzę i umiejętności w zakresie biznesu międzynarodowego i opanuje biegle języki obce; bowiem studiuje się to samo, co studenci za granicą, a żyjemy w czasach globalizacji.

Szanowni Państwo, Młodzi Przyjaciele!

(...) Idee głoszone przez ekonomistów oraz myślicieli, bez względu na to, czy są słuszne, czy błędne, mają większą siłę, niż się powszechnie przypuszcza. W rzeczywistości to one właśnie rządzą światem. Praktycy, przekonani, że nie podlegają żadnym wpływom intelektualnym, są zazwyczaj niewolnikami idei jakiegoś dawno zmarłego ekonomisty. (...) Toteż idee, które urzędnicy i politycy, a nawet agitatorzy stosują do bieżących wydarzeń, zazwyczaj nie należą do najnowszych, ale prędzej czy później właśnie idee, a nie interesy i przywileje, stają się groźnym orężem dobrej lub złej sprawy” (J.M. Keynes, *Ogólna teoria zatrudnienia, procentu i pieniądza*, PWN, Warszawa 1985).

**Dziękuję za uwagę.**



*Pani Anna Maria ADAMIAK – mezzosopran, śpiewaczka operowa, operetkowa i musicalowa.*

Prof. dr hab. inż. Agnieszka KALETA

Dr inż. Radosław WINICZENKO

Dr inż. Aneta CHOIŃSKA

Dr hab. inż. Krzysztof GÓRNICKI

Katedra Podstaw Inżynierii, Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## UWARUNKOWANIA ZMIAN MASY I MASY SUCHEJ SUBSTANCJI PODCZAS REHYDRACJI SUSZONYCH JABŁEK®

Determinans of the mass and dry matter changes during the rehydration  
of dried apples ®

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

**Słowa kluczowe:** susze jabłkowe, cieczy rehydracyjne, temperatura rehydratacji.

*Celem pracy przedstawionej w artykule jest analiza wpływu parametrów rehydratacji (temperatury i rodzaju cieczy rehydratującej) na zmiany masy i masy suchej substancji podczas rehydratacji suszonych jabłek odmiany Ligol. Jabłka (plastry o grubości 3 i 10 mm, kostki o boku 10 mm) suszono następującymi metodami: konwekcja naturalna (temperatura suszenia 60°C), konwekcja wymuszona (suszarka tunelowa, parametry powietrza suszącego: 50, 60, 70°C, 0,5, 2 m/s), suszenie fluidalne (60°C). Susz rehydratowano w: wodzie destylowanej (w temperaturach 20, 45, 70 i 95°C), soku jabłkowym (w temperaturze 20°C), 0,5% roztworze kwasu cytrynowego (w temperaturze 20°C) i 16,5% roztworze sacharozy (w temperaturze 20°C). Badania wykazały wpływ rodzaju cieczy rehydratującej i jej temperatury na przebieg procesu rehydratacji. Największy przyrost masy występował w wodzie destylowanej i 0,5% roztworze kwasu cytrynowego, najmniejszy w soku jabłkowym i 16,5% roztworze sacharozy. Najmniejszy ubytek masy suchej substancji występował w 16,5% roztworze sacharozy, największy w wodzie destylowanej i 0,5% roztworze kwasu cytrynowego. Im wyższa temperatura (w przedziale 20-70°C), tym wyższa końcowa masa uwodnionej próbki. W temperaturze 95°C masa ta jest zbliżona do końcowej masy próbki rehydratowanej w temperaturze 45°C. Próbki uwodniane w temperaturze 45, 70 i 95°C wykazują taką samą wartość końcowego ubytku masy suchej substancji, w temperaturze 20°C wartość ta jest niższa.*

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

*The objective of this study was to investigate the influence of rehydration parameters (temperature, immersion medium) on the mass and dry matter changes during the rehydration of dried apples (var. Ligol). Apples (slices of 3 mm and 10 mm in thickness, cubes of 10 mm in thickness) were dried in the: drying chamber (natural convection at 60°C), convective dryer (at 50, 60, and 70°C and 0.5 and 2 m/s) and fluidized bed dryer (at 60°C). The dried apples samples were rehydrated by immersion in: distilled water (at 20, 45, 70, and 95°C), apple juice at 20°C, 0.5% citric acid solution at 20°C, 16.5% sucrose solution at 20°C. The results have shown that the immersion medium and temperature influence on the rehydration behaviour of dried apples. The highest increase in mass has been observed in distilled water and in 0.5% citric acid solution, the lowest one in apple juice and in 16.5% sucrose solution. The lowest dry matter loss has been noticed in 16.5% sucrose solution, the highest one in the distilled water and in 0.5% citric acid solution. The higher the rehydration temperature (within the range of 20-70°C) the higher the final mass of rehydrated sample. The value of final mass at 95°C approaches the value of final mass at 45°C. The values of final dry matter loss at 45, 70, and 95°C are close to each other whereas the value at 20°C is lower.*

### WSTĘP

Wraz z rozwojem cywilizacji zmienia się również sposób żywienia ludzi. Coraz bardziej ceniona i poszukiwana staje się tzw. żywność wygodna, czyli przystosowana do szybkiego przyrządzenia z niej (lub w połączeniu z innymi składnikami) bezpiecznych pod względem zdrowotnym posiłków, a jednocześnie wykazujących ograniczoną podatność na niekorzystne zmiany jakościowe podczas jej przechowywania. Przykładem żywności wygodnej są koncentraty spożywcze,

czyli produkty żywnościowe otrzymane metodą przemysłowego odwadniania lub zagęszczania surowców roślinnych i zwierzęcych, nadające się do dłuższego przechowywania oraz szybkiego przyrządzenia [21]. Charakteryzują się one łatwością przyrządzenia posiłków, wielokrotnie mniejszą masą i objętością w stosunku do produktów nieodwodnionych oraz dużą trwałością dzięki małej zawartości wody [18]. Do grupy żywności wygodnej zalicza się m.in. dostępne na rynku różnorodne produkty suszone lub zawierające suszone warzywa bądź owoce w postaci mieszanek, np.

z płatkami (musli), kaszek, deserów, jogurtów i ciast. Dodatek suszonych owoców jest cenny ze względu na wartość odżywczą oraz sensoryczną. Szczególnie ważnym dodatkiem są suszone jabłka, gdyż w porównaniu z innymi suszonymi owocami zawierają mało kalorii [11, 13]. Spożywanie żywności wygodnej wymaga poddania jej procesowi uwodnienia. Podczas tej obróbki następuje zwiększenie masy i objętości suszu a jednocześnie obniżenie zawartości rozpuszczalnych składników suchej substancji [14]. Zmiany te są spowodowane wnikaniem wody do wnętrza rehydratowanego materiału na zasadzie dyfuzji i ssania kapilarnego oraz przenikania substancji rozpuszczalnych na zewnątrz.

Przebieg procesu rehydracji zależy m.in. od rodzaju cieczy rehydratującej i jej temperatury. Z przeglądu literatury wynika, że najczęściej badano proces rehydracji w wodzie [7, 9, 10, 12, 17, 22]. Inne ciecze, w których badano proces rehydracji suszonych produktów spożywczych to: mleko [15, 24], roztwory sacharozy [8, 19], roztwór octanu potasu [20, 23], kwasu jabłkowego [20, 23], fruktozy [23], roztwór skrobi pęczniejącej, roztwór gumy guarowej i absolutny (bezwodny) etanol [19]. Badano wpływ lepkości, napięcia powierzchniowego [19] oraz pH cieczy rehydratującej [23] na proces rehydracji. Badano również wpływ temperatury na proces rehydracji papai [25].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań wpływu parametrów rehydracji na zmiany masy i masy suchej substancji podczas rehydracji suszonych jabłek odmiany **Ligol**. W literaturze brak jest badań procesu rehydracji suszonych jabłek tej odmiany, a jak wykazały badania, odmiana owocu/warzywa może mieć wpływ na przebieg rehydracji [3, 5].

## MATERIAŁ I METODY

Umyte jabłka krojono w plastry o grubości 3 i 10 mm oraz kostki o boku 10 mm. Surowiec suszono następującymi metodami:

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

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

Proces rehydracji przeprowadzono w następujących cieczach:

- woda destylowana (o temperaturach 20, 45, 70 i 95°C (woda miękka – PN-ISO 6059:1999)),
- sok jabłkowy (o temperaturze 20°C, (100%, z zagęszczonego soku jabłkowego, pasteryzowany, klarowny, zawartość wybranych składników mineralnych: Na 2 mg/100g, Ca 9 mg/100g, Mg 5 mg/100g, P 6 mg/100g, K 110 mg/100g [13])),

- 0,5% roztwór kwasu cytrynowego (o temperaturze 20°C),
- 16,5% roztwór sacharozy (o temperaturze 20°C).

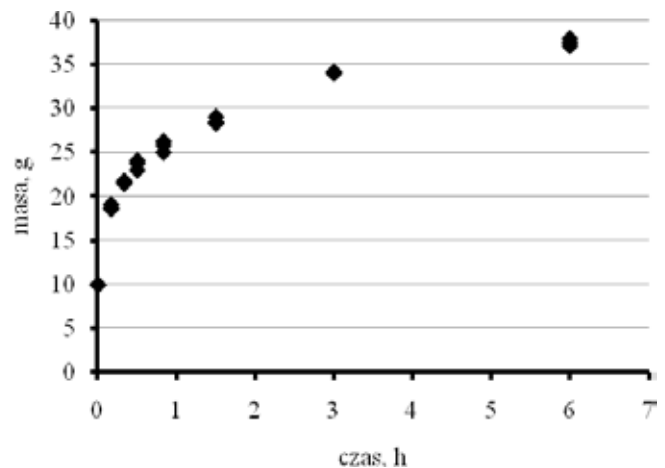
Rehydracja trwała od 6h (dla temperatury cieczy rehydratującej 20°C) do 2h (dla temperatury cieczy 95°C).

Oznaczenie masy przebiegało w następujący sposób. Próbkę ważono 7 razy w czasie rehydracji. Rehydratowane próbki oddzielano od cieczy rehydratującej, osuszano bibułą i ważono. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Do pomiaru masy próbki wykorzystano wagę WPE 300 (RADWAG, Radom). Maksymalny błąd względny wyznaczania masy materiału podczas rehydracji wyniósł 0,1%.

Zawartość suchej substancji oznaczono zgodnie z PN-90/A-75101/03. Pomiaru te przeprowadzono dla suszu oraz w czasie rehydracji. Rehydrat podsuszano przed oznaczeniem w nim zawartości suchej substancji. Podczas rehydracji dokonywano przynajmniej 7 pomiarów zawartości suchej substancji. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Do pomiaru masy suchej substancji wykorzystano wagę WPE 300 (RADWAG, Radom). Maksymalny błąd względny wyznaczania zawartości suchej substancji wyniósł 0,1%.

## WYNIKI I DYKUSJA

Wyniki eksperymentów przedstawiono na rysunkach 1-6. Rysunek 1 przedstawia przyrost masy materiału suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm suszone w suszarce tunelowej w temperaturze 50°C, prędkość powietrza suszącego 0,5 m/s) podczas rehydracji w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C.



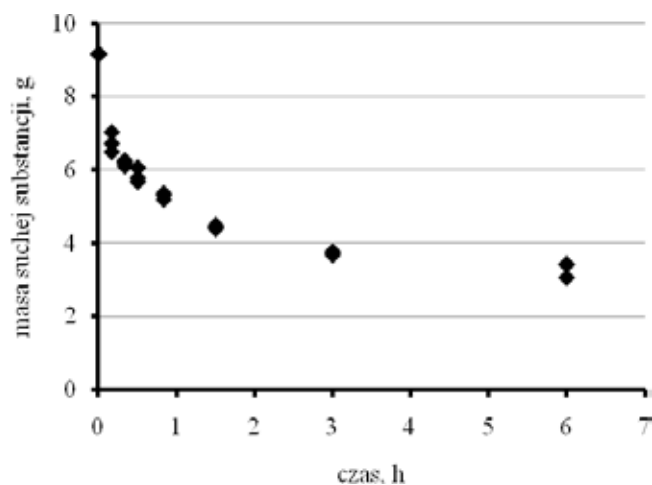
**Rys. 1.** Przyrost masy materiału suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, konwekcja wymuszona, temperatura powietrza suszącego 50°C, prędkość powietrza suszącego 0,5 m/s) podczas rehydracji w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C.

**Fig. 1.** Increase in mass during the rehydration of apple (10 mm cubes thickness, dried in convective dryer at 50°C and 0.5 m/s) immersed in distilled water at 20°C.

**Źródło:** Badania własne

Rysunek 2 przedstawia ubytek masy suchej substancji materiału suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm suszone w suszarce tunelowej w temperaturze 70°C, prędkość

powietrza suszącego 0,5 m/s) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej także o temperaturze 20°C. Na obu wymienionych rysunkach przedstawione są punkty pomiarowe.



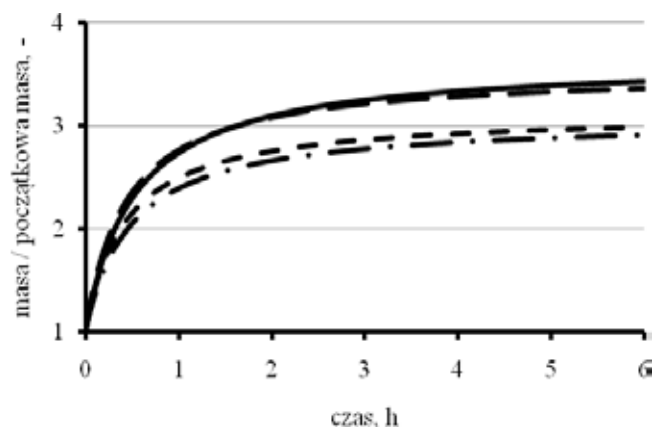
Rys. 2. Ubytek masy suchej substancji materialu suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, konwekcja wymuszona, temperatura powietrza suszącego 70°C, prędkość powietrza suszącego 0,5 m/s) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C.

Fig. 2. Dry matter loss during the rehydration of apple (10 mm cubes thickness, dried in convective dryer at 70°C and 0.5 m/s) immersed in distilled water at 20°C.

Źródło: Badania własne

Rysunki 3-6 przedstawiają funkcje aproksymujące wyniki trzech powtórzeń pomiarów przyrostu masy (rys. 3 i 5) i ubytku masy suchej substancji (rys. 4 i 6) w czasie omawianego procesu.

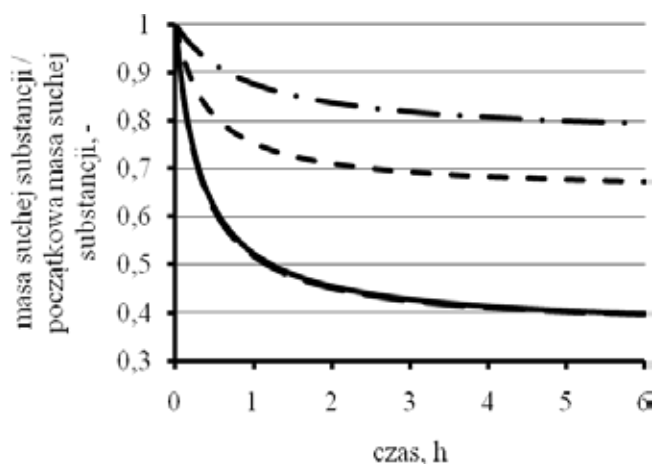
Rysunek 3 obrazuje wpływ rodzaju cieczy rehydratującej na przyrost masy, zaś rysunek 4 wpływ rodzaju cieczy na ubytek masy suchej substancji podczas rehydratacji suszonych jabłek. Analizując przebieg procesu można zauważyć, że dla wszystkich badanych rodzajów cieczy rehydratujących proces przyrostu masy i proces ubytku rozpuszczalnych składników suchej substancji przebiega najszybciej na początku rehydratacji, a po około 2 godzinach znacznie zwalnia. Woda zaabsorbowana w rehydratowanej cząstce jest rozpuszczalnikiem suchej substancji. Woda jest substancją silnie polarną (względna przenikalność elektryczna: 80 w 20°C, moment dipolowy: 1,84 D). Tak duża stała dielektryczna wody osłabia oddziaływanie elektrostatyczne między ładunkami, dzięki czemu woda jest dobrym rozpuszczalnikiem substancji polarnych [2]. Sucha substancja przemieszcza się na zewnątrz próbki, powodując spadek stężenia suchej substancji w próbce, wzrost jej stężenia w warstwie granicznej i otaczającej cząstkę cieczy, przy czym warstwa graniczna stwarza opór wymiany masy. Przyrost masy rehydratowanej próbki jest wynikiem zwiększenia masy rehydratującego płynu zaabsorbowanego przez cząstkę oraz zmniejszenia masy suchej substancji w tej cząstce. Wraz z upływem czasu ustala się równowaga stężeń składników suchej substancji w rehydratowanej cząstce i otaczającej ją cieczy, co powoduje, że zanika proces wymiany masy tej substancji.



Rys. 3. Przyrost masy materialu suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, suszone w suszarce fluidyzacyjnej w temperaturze 60°C) podczas rehydratacji w różnych cieczach o temperaturze 20°C: (—) woda destylowana, (---) 0,5% roztwór kwasu cytrynowego, (- - -) sok jabłkowy, (- · -) 16,5% roztwór sacharozy.

Fig. 3. Increase in mass during the rehydration of apple (10 mm cubes thickness, dried in fluidized bed dryer at 60°C) immersed in different media at 20°C: (—) distilled water, (---) 0.5% citric acid solution, (- - -) apple juice, (- · -) 16.5% sucrose solution.

Źródło: Badania własne



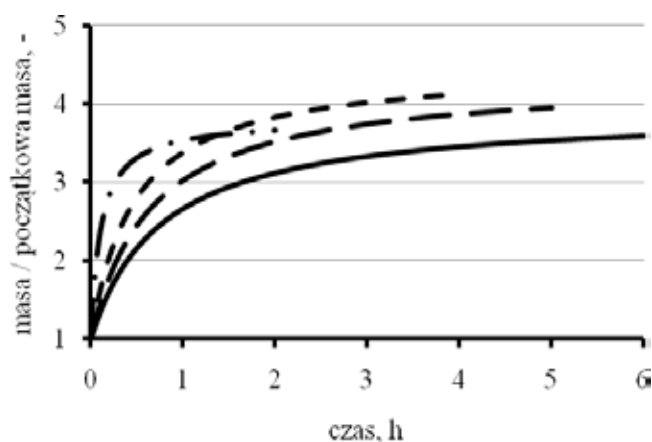
Rys. 4. Ubytek masy suchej substancji w materiale suszonym (kostki jabłek o boku 10 mm, suszone w suszarce tunelowej, temperatura powietrza suszącego 60°C, prędkość powietrza suszącego 2 m/s) podczas rehydratacji w różnych cieczach o temperaturze 20°C: (—) woda destylowana, (---) 0,5% roztwór kwasu cytrynowego, (- - -) sok jabłkowy, (- · -) 16,5% roztwór sacharozy.

Fig. 4. Dry matter loss during the rehydration of apple (10 mm cubes thickness, dried in convective dryer at 60°C and 2 m/s) immersed in different media at 20°C: (—) distilled water, (---) 0.5% citric acid solution, (- - -) apple juice, (- · -) 16.5% sucrose solution.

Źródło: Badania własne

Z przeprowadzonych badań wynika również, że przebieg rehydratacji zależy od rodzaju cieczy, w jakiej odbywa się ten proces. Największy przyrost masy próbki zaobserwowano dla wody destylowanej i 0,5% roztworu kwasu cytrynowego, najmniejszy zaś dla soku jabłkowego i 16,5% roztworu sacharozy. Najmniejszy ubytek masy suchej substancji wystąpił, gdy próbka była rehydratowana w 16,5% roztworze sacharozy. Rehydratowanie cząstek suszonego jabłka w wodzie destylowanej i 0,5% roztworze kwasu cytrynowego powodowało najmniejszy ubytek masy suchej substancji. Można zauważyć prawidłowość mówiącą, że im więcej rehydratującej cieczy zostanie zaabsorbowane przez próbkę, tym więcej suchej substancji przemieści się na zewnątrz próbki.

Na rysunku 5 przedstawiono wpływ temperatury rehydratacji na przyrost masy uwadnianego suszu.



Rys. 5. Przyrost masy materialu suszonego (kostki jabłek o boku 10 mm, konwekcja naturalna, temperatura powietrza suszącego 60°C) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej w różnych temperaturach: (—) 20°C, (— —) 45°C, (- -) 70°C, (-.-) 95°C.

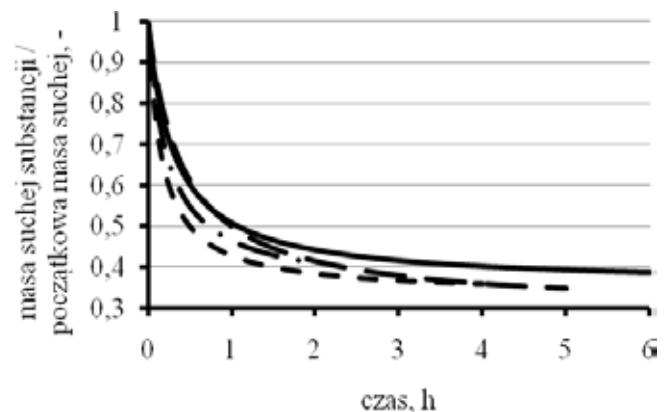
Fig. 5. Increase in mass during the rehydration of apple (10 mm cubes thickness, dried at natural convection at 60°C) immersed in distilled water at different temperatures: (—) 20°C, (— —) 45°C, (- -) 70°C, (-.-) 95°C.

Źródło: Badania własne

Początkowy szybki wzrost masy można zaobserwować podczas rehydratacji w wyższej temperaturze, natomiast w niższej proces przebiega bardziej równomiernie i wolniej. Widać również, że im wyższa temperatura rehydratacji, tym przyrost masy próbki przebiega szybciej. W przedziale temperatur 20-70°C końcowa masa rehydratowanej próbki rośnie wraz ze wzrostem temperatury. Może to być spowodowane wzrostem intensywności dyfuzji wraz ze wzrostem temperatury. Inaczej natomiast przebiega proces rehydratacji w temperaturze 95°C. W pierwszej godzinie jego szybkość jest największa. Po dwóch godzinach proces praktycznie ustaje i końcowa masa próbki ma wartość zbliżoną do masy próbki rehydratowanej w temperaturze 45°C. Podobną tendencję dla procesu uwadniania w wysokich temperaturach zauważyli: Cunningham i in. [4] dla ziemniaków, Garcia-Pascual i in. [6] dla grzybów, Abu-Ghannam i McKenna [1] dla fasoli a Maharaj i Sankat [16] dla liści kolokazji

(*Colocasia esculenta*). Przyczyną może być spadek przepuszczalności tkanki owocu/warzywa spowodowany oddziaływaniem płynu o wysokiej temperaturze.

Na rysunku 6 przedstawiono wpływ temperatury rehydratacji na ubytek masy suchej substancji. W pierwszej godzinie trwania procesu następuje gwałtowny ubytek masy suchej substancji. Szybkość tego ubytku wzrasta wraz ze wzrostem temperatury w przedziale 20-70°C, a w temperaturze 95°C jest mniejsza niż w temperaturze 70°C. Po dwóch godzinach ubytek masy suchej substancji jest już o wiele wolniejszy. Najmniejszym końcowym ubytkiem charakteryzują się próbki rehydratowane w temperaturze 20°C, natomiast próbki uwadniane w temperaturze 45, 70 i 95°C wykazują taką samą wartość końcowego ubytku masy suchej substancji. Zaobserwowany wpływ temperatury w początkowym etapie trwania procesu może być wytłumaczony następująco. Rehydratacja suszu w wodzie o temperaturze wyższej niż temperatura suszu powoduje jego nagrzewanie. Absorbowana w rehydratowanej cząstce woda, będąca rozpuszczalnikiem suchej substancji, powoduje rozpuszczenie w niej tej substancji. Intensywność rozpuszczania wzrasta wraz ze wzrostem temperatury (zgodnie z prawem Ficka i równaniem Arrheniusa). W wyższej temperaturze sucha substancja przemieszcza się szybko w objętości próbki (ze wzrostem temperatury wzrasta intensywność dyfuzji), a następnie przemieszcza się na zewnątrz. Inny przebieg rehydratacji w temperaturze 95°C może być wytłumaczony (jak zostało wspomniane), spadkiem przepuszczalności tkanki jabłka spowodowanej oddziaływaniem wysokiej temperatury.



Rys. 6. Ubytek masy suchej substancji w materiale suszonym (kostki jabłek o boku 10 mm, suszone w suszarce tunelowej, temperatura powietrza suszącego 60°C, prędkość powietrza suszącego 0,5 m/s) podczas rehydratacji w wodzie destylowanej w różnych temperaturach: (—) 20°C, (— —) 45°C, (- -) 70°C, (-.-) 95°C.

Fig. 6. Dry matter loss during the rehydration of apple (10 mm cubes thickness, dried in convective dryer at 60°C and 0.5 m/s) immersed in distilled water at different temperatures: (—) 20°C, (— —) 45°C, (- -) 70°C, (-.-) 95°C.

Źródło: Badania własne

## WNIOSKI

1. Przyrost masy suszonych jabłek podczas rehydratacji zależy od rodzaju cieczy, w jakiej odbywa się ten proces. Największy przyrost masy zaobserwowano dla wody destylowanej i 0,5% roztworu kwasu cytrynowego, najmniejszy zaś dla soku jabłkowego i 16,5% roztworu sacharozy.
2. Ubytek masy suchej substancji jabłek podczas rehydratacji zależy od rodzaju cieczy, w jakiej odbywa się ten proces. Najmniejszy ubytek masy suchej substancji zaobserwowano dla 16,5% roztworu sacharozy, największy zaś dla wody destylowanej i 0,5% roztworu kwasu cytrynowego.
3. Przyrost masy suszonych jabłek podczas rehydratacji zależy od temperatury rehydratacji. Im wyższa temperatura, tym przyrost przebiega szybciej i wyższa jest końcowa masa uwadnianej próbki. Jednocześnie w temperaturze 95°C końcowa masa rehydratowanej próbki jest zbliżona do końcowej masy próbki rehydratowanej w temperaturze 45°C.
4. Najmniejszym końcowym ubytkiem suchej substancji charakteryzują się próbki suszonych jabłek rehydratowanych w temperaturze 20°C, natomiast próbki uwadniane w temperaturze 45, 70 i 95°C wykazują taką samą wartość końcowego ubytku masy suchej substancji.
5. Wskazane byłoby prowadzenie dalszych badań dotyczących wpływu innych rodzajów cieczy na zmianę masy i masy suchej substancji w suszonych jabłkach podczas ich rehydratacji.

## LITERATURA

- [1] **ABU-GHANNAM N., MCKENNA B. 1997.** *Hydration kinetics of red kidney beans (Phaseolus vulgaris L.)*. Journal of Food Science, 62, 520-523.
- [2] Chemia żywności. 2002. Red. Z.E. Sikorski, WNT Warszawa.
- [3] **CIURZYŃSKA A., PIOTROWSKI D., JANOWICZ M., SITKIEWICZ I., LENART A. 2011.** *Wpływ temperatury i ciśnienia w komorze suszarki próżniowej na właściwości rehydracyjne suszonych truskawek*. Acta Agrophysica, 17 (2), 289-300.
- [4] **CUNNINGHAM S.E., MCMINN W.A.M., MAGEE T.R.A., RICHARDSON P.S. 2008.** *Effect of processing conditions on the water absorption and texture kinetics of potato*. Journal of Food Engineering, 84, 214-223.
- [5] **FALADE K.O., ABBO E.S. 2007.** *Air drying and rehydration characteristics of date palm (Phoenix dactylifera L.) fruits*. Journal of Food Engineering, 79, 724-730.
- [6] **GARCIA-PASCUAL P., SANJUÁN N., BON J., CARRERES J., MULET A. 2005.** *Rehydration process of Boletus edulis mushroom: characteristics and modelling*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 1397-1404.
- [7] **GARCIA-PASCUAL P., SANJUÁN N., MELIS R., MULET A. 2006.** *Marchella esculenta (morel) rehydration process modelling*. Journal of Food Engineering, 72, 346-353.
- [8] **GIRALDO G., VÁZQUEZ R., MARTÍN-ESPARZA M.E., CHIRALT A. 2006.** *Rehydration kinetics and solids lixiviation of candied mango fruit as affected by sucrose concentration*. Journal of Food Engineering, 77, 825-834.
- [9] **GÓRNICKI K., KALETA A., ZDROIK K., GULSKI M. 2013.** *Matematyczny opis zmian masy w procesie rehydratacji suszonych plasterków korzenia pietruszki*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 48-51.
- [10] **KALETA A., GÓRNICKI K., WIERZBICKA A., PACAK-ŻUK S. 2008.** *Badania przebiegu procesu rehydratacji suszonych plasterków korzenia pietruszki*. Acta Agrophysica, 12 (3), 689-698.
- [11] **KOWALSKA H., MARZEC A., OMEN K. 2012.** *Wpływ wstępnego odwadniania osmotycznego na wybrane właściwości rehydracyjne suszonych jabłek*. Acta Agrophysica, 19 (1), 65-76.
- [12] **KRAMKOWSKI R., STĘPIUEŃ B., PEROŃ S. 2003.** *Selected aspects of freeze-drying in the production of instantly reconstitutable foodstuffs*. Acta Agrophysica, 2 (2), 339-346.
- [13] **KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., IWANOW K., PRZYGODA B. 2007.** *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- [14] **LEWICKI P.P. 2008.** *Some remarks on rehydration of dried foods*. Journal of Food Engineering, 36, 81-87.
- [15] **MACHADO M.F., OLIVEIRA F.A.R., CUNHA L.M. 1999.** *Effect of milk fat and total solids concentration on the kinetics of moisture uptake by ready-to-eat breakfast cereal*. International Journal of Food Science and Technology, 34, 47-57.
- [16] **MAHARAJ V., SONKAT C.K. 2000.** *The rehydration characteristics and quality of dehydrated dasheen leaves*. Canadian Agricultural Engineering, 42 (2), 81-85.
- [17] **MARKOWSKI M., ZIELIŃSKA M. 2011.** *Kinetics of water absorption and soluble-solid loss of hot-air-dried carrots during rehydration*. International Journal of Food Science and Technology, 46, 1122-1128.
- [18] **REMISZEWSKI M., SŁOWIŃSKI W. 1996.** *Koncentraty spożywcze, żywność wygodna i szybka*. Przemysł Spożywczy, 8, 24-29.
- [19] **SAGUY I.S., MARABI A., WALLACH R. 2005.** *Liquid imbibition during rehydration of dry porous foods*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6, 37-43.
- [20] **SCHALOW S., KUNZEK H. 2004.** *The influence of predrying treatment and of suspension solution conditions on the rehydration of apple cell wall materials*. European Food Research Technology, 219, 329-340.



- [21] Towaroznawstwo żywności przetworzonej. 1999. Red. F. Świderski. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- [22] **VEGA-GÁLVEZ A., LEMUS-MONDACA R., BILBAO-SÁINZ C., FITO P., ANDRÉS A. 2008.** *Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo)*. Journal of Food Engineering, 85, 42-50.
- [23] **VETTER S., KUNZEK H. 2003.** *The influence of suspension solution conditions on the rehydration of apple cell wall materials*. European Food Research Technology, 216, 39-45.
- [24] **WITROWA-RAJCHERT D., DWORSKI T. 2006.** *Modelowanie wnikania wody podczas rehydracji suszonego jabłka*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 16/29 (2), 20-23.
- [25] **ZURA L., URIBE E., LEMUS-MONDACA R., SAAVEDRA-TORRICO J., VEGA-GÁLVEZ, DI SCALA K. 2013.** *Rehydration capacity of chilean papaya (Vasconcellea pubescens): Effect of process temperature on kinetic parameters and functional properties*. Food Bioprocess Technology, 6 (3), 844-850.

Mgr inż. Dorota JANISZEWSKA  
 Dr inż. Bogusław PAWLIKOWSKI  
 Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa  
 Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy w Gdyni

## WPŁYW CZYNNIKÓW TECHNOLOGICZNO-TECHNICZNYCH NA JAKOŚĆ MIĘSA ODZYSKIWANEGO Z ODPADÓW POPRODUKCYJNYCH Z KARPI (*CYPRINUS CARPIO*)<sup>®</sup>

The effects of technological and technical factors for quality separates meat  
 from carp (*Cyprinus carpio*) wastes<sup>®</sup>

**Słowa kluczowe:** mięso odseparowane mechanicznie, jakość sensoryczna, metody separacji.

*W pracy zaprezentowanej w artykule zbadano wpływ metod separacji na wielkość odzysku mięsa odizolowanego z kręgosłupów po filetowaniu karpia. Odzysk mięsa z kręgosłupów prowadzono metodą separacji ręcznej i mechanicznej (separator bębnowy typu B-603 firmy „Baader” oraz separator ślimakowy model Super 19 firmy „Paoli”). Oznaczono podstawowy skład chemiczny odzyskanego mięsa w tym zawartość suchej masy, tłuszczu, białka i popiołu oraz określono skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu surowego mięsa. Dokonano oceny jakości sensorycznej odseparowanego mięsa za pomocą opracowanej skali ocen.*

**Key words:** mechanically separated meat, sensory quality, method of separation.

*In this study the effect of separation method for the volume of meat recovered from backbones after filleting carp was analyzed. Meat isolated from backbones was separated manually and mechanically (type B-603, Baader drum separator and model Super 19, Paoli, cochlear separator).*

*In the recovered meat the chemical composition including the content of dry matter, fat, protein, ash and determined the composition of fatty acids in the fat of raw meat was analyzed. Sensory quality from backbones separated meat was performed.*

### WSTĘP

Mięso odkostnione mechanicznie (MOM) według Rozporządzenia (WE) nr 853/2004 jest to produkt uzyskany przez usunięcie mięsa z tkanek przylegających do kości po odłączeniu od nich tuszy zwierzęcej, za pomocą środków mechanicznych, co prowadzi do utraty lub modyfikacji struktury włókien mięśniowych [9]. Jako surowiec MOM zostało upowszechnione w latach 60. dwudziestego wieku, ponieważ efektem rosnącego popytu na drób, było powstawanie dużej ilości niewykorzystanych kostnych odpadów drobiowych, zawierających znaczne ilości mięsa i tłuszczu [7].

Mięso odkostnione mechanicznie (MOM) odzyskiwane jest również z odpadów poprodukcyjnych w czasie przetwórstwa ryb. Powstające w wyniku obróbki wstępnej ryb odpady twarde (zwłaszcza kręgosłupy), zawierają znaczne ilości jadalnego mięsa. Pozyskiwanie mięsa z odpadów po filetowaniu ryb jest ekonomicznie opłacalne i technologicznie uzasadnione. W wyniku separowania odpadów po filetowaniu ryb można uzyskać od 31 do 72% wydajności farszu, co w stosunku do ryby całej stanowi od 16 do 22% [11].

Obecnie MOM odseparowywane jest głównie z ryb białych oraz łososi hodowlanych, a w niewielkich ilościach z innych gatunków ryb, w tym karpia. Odzyskane mięso jest wykorzystywane do produkcji wyrobów formowanych lub rozdrobnionych, np. burgery i pasztety.

O wartości odżywczej mięsa rybiego decydują zawarte w nim: tłuszcz, białko, składniki mineralne i witaminy. Udział wody w mięsie karpia wynosi od 57 do 83%, a głównymi

składnikami suchej masy są białko (12–24%), tłuszcz (0,13–27,5%) oraz niebiałkowe związki azotowe, substancje mineralne, witaminy i in. [1, 2, 6]. Na skład i wartość odżywcza mięsa karpia wpływają warunki środowiskowe, intensywność odżywiania, rodzaj i jakość pasz a także ilość spożytego pokarmu naturalnego [8].

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu metod separacji na wielkość odzysku, skład chemiczny i jakość sensoryczną mięsa odizolowanego z kręgosłupów po filetowaniu karpia.**

### MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań były kręgosłupy z żebrami, uzyskane po filetowaniu karpia hodowlanych.

Separację mięsa z kręgosłupów karpia w stanie surowym oraz po obróbce cieplnej (parowanie w temperaturze 100°C przez 15 min) prowadzono metodą ręczną i mechaniczną.

Odzysk mięsa metodą ręczną polegał na zeszkrobaniu metalowym skrobakiem fragmentów tkanki mięśniowej przylegającej do kręgosłupów ryb.

Metodę mechaniczną separacji mięsa przeprowadzono za pomocą dwóch typów separatorów, tj. separatora bębnowego B-603 firmy „Baader” (Niemcy) oraz separatora ślimakowego model Super 19 firmy „Paoli” (USA).

W separatorze bębnowym całe kręgosłupy ryb są dociskane taśmą o regulowanej hydraulicznie sile nacisku do perforowanego bębna. Średnica otworów w perforowanym

bębnie separatora wynosi zazwyczaj 4÷5 mm [5]. Oddzielone od części kostnych kawałki mięsa odbierane są za pomocą leja wyładowczego.

W separatorze ślimakowym zmielone kręgosłupy ryb podawane są do zbiornika załadowczego, skąd są tłoczone za pomocą przenośnika ślimakowego do zwężającego się perforowanego bębna. W wyniku tego następuje oddzielenie mięsa od części kostnych, łusek, kawałków skóry i błony otrzewnej. Średnica otworów w perforowanej osłonie separatora ślimakowego wynosi od 1,2 do 2,6 mm, co umożliwia bardzo dokładne oddzielenie mięsa od części niejadalnych [3].

Na podstawie prób technologicznych ustalono masę mięsa odseparowanego z kręgosłupów karpia, z zastosowaniem metody ręcznej i mechanicznej.

W próbach mięsa oznaczone zostały następujące wskaźniki chemiczne: zawartość białka ogółem (Nx6,25) – metodą Kjeldahla, w aparacie Kjelttec System; tłuszczu – metodą Soxhleta, za pomocą aparatu Soxtec; suchej masy – metodą suszarkową do stałej masy w temperaturze 105±2°C oraz popiołu – metodą wagową po mineralizacji próby.

Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu zawartym w mięsie odzyskanym z kręgosłupów karpia oznaczono metodą ekstrakcji oleju z mięsa, następnie przeprowadzono zawarte w oleju kwasy tłuszczowe w ich estry metylowe oraz dokonano oznaczenia końcowego z użyciem chromatografu gazowego, przy zastosowaniu kolumny kapilarnej o długości 100 m, z polarną fazą stacjonarną i detektora płomieniowo-jonizacyjnego (FID).

Jakość sensoryczną mięsa z kręgosłupów karpia określono za pomocą zmodyfikowanej 5-cio punktowej skali ocen produktów żywnościowych, opracowanej przez Tilgnera [1]. Skala ocen obejmuje pięć poziomów jakości dla każdego wyróżnika sensorycznego, od 1 pkt – ocena dyskwalifikująca do 5 pkt – ocena bardzo dobra. Ocenianymi wyróżnikami próbek mięsa były: wygląd ogólny, tekstura, stopień rozdrobnienia, zapach i barwa mięsa.

Wartości wskaźników fizykochemicznych oraz oceny punktowe wyróżników jakości sensorycznej zostały przedstawione jako średnie arytmetyczne wraz z odchyleniem standardowym, obliczone za pomocą programu MS Office Excel®.

## WYNIKI

W pracy przeprowadzono próby odzysku mięsa z kręgosłupów karpia metodą ręczną i mechaniczną. Wyniki dotyczące masy mięsa odseparowanego ręcznie i mechanicznie, w przeliczeniu na 100 kg surowych kręgosłupów karpia, zamieszczono w tabeli 1.

Wielkość odzysku mięsa z kręgosłupów karpia zależała od zastosowanej metody separacji. Masa surowego mięsa uzyskanego metodą ręczną ze 100 kg kręgosłupów karpia wyniosła 22,2 kg.

Zastosowanie metody mechanicznej wpłynęło na wzrost masy odseparowanego mięsa. Masa mięsa odseparowanego za pomocą separatora bębnowego wyniosła 49,6 kg ze 100 kg całych, surowych kręgosłupów.

**Tabela 1. Masa (kg) mięsa odseparowanego z kręgosłupów karpia, w przeliczeniu na 100 kg surowych kręgosłupów**

**Table 1. Mass (kg) of carp meat separated from backbones, per 100 kg of raw backbones**

Wyszczególnienie (kg)	Metoda odzysku		
	ręczna	mechaniczna	
		separator bębnowy	separator ślimakowy
Masa kręgosłupów surowych	100	100	100
Masa kręgosłupów rozdrobnionych	–	–	88,6
<b>Masa odzyskanego mięsa</b>	<b>22,2</b>	<b>49,6</b>	<b>47,5</b>
Masa odpadów	77,6	46,5	19,9
Ubytki technologiczne	0,2	3,9	32,6

Źródło: Badania własne

W przypadku separatora ślimakowego niezbędne było wstępne rozdrobnienie kręgosłupów karpia na tzw. wilkomieszarce model GMG 150 firmy „Hollymatic” (Holandia). Masa mięsa odizolowanego z kręgosłupów karpia za pomocą separatora ślimakowego była niższa niż przy zastosowaniu separatora bębnowego i wyniosła 47,5 kg.

Ubytki technologiczne przy zastosowaniu separatora ślimakowego wyniosły 32,6 kg, natomiast separatora bębnowego 3,9 kg. Na tak duże różnice w wielkości ubytków technologicznych w przypadku separatora ślimakowego wpływ miała głównie operacja wstępnego rozdrabniania, w wyniku której ze 100 kg całych kręgosłupów uzyskano 88,6 kg rozdrobnionych kręgosłupów.

W tabeli 2 zamieszczono zestawienie mas mięsa odzyskanego z kręgosłupów karpia, poddanych wstępnej obróbce cieplnej (parowaniu).

**Tabela 2. Masa mięsa (kg) odseparowanego z kręgosłupów karpia, poddanych wstępnej obróbce cieplnej, w przeliczeniu na 100 kg surowych kręgosłupów karpia**

**Table 2. Mass (kg) of carp meat separated from backbones after heat treatment, per 100 kg of raw backbones**

Wyszczególnienie (kg)	Metoda odzysku	
	ręczna	separator bębnowy
Masa kręgosłupów surowych	100	100
Masa kręgosłupów parowanych	89,8	86,7
<b>Masa mięsa odseparowanego</b>	<b>51,4</b>	<b>68,7</b>
Masa odpadów	32,8	14,9
Ubytki technologiczne	15,8	16,4

Źródło: Badania własne

Zastosowanie wstępnej obróbki cieplnej (parowania) miało istotny wpływ na zwiększenie masy mięsa odzyskanego z kręgosłupów karpia, w porównaniu z masą mięsa odseparowanego z surowych kręgosłupów.

W przypadku metody ręcznej, odzysk mięsa wyniósł 51,4 kg, a w przypadku metody mechanicznej z zastosowaniem separatora bębnowego 68,7 kg.

Ubytki technologiczne w metodzie ręcznej i mechanicznej były na podobnym poziomie i wyniosły, odpowiednio: 15,8 i 16,4 kg.

W pracy oznaczono podstawowy skład chemiczny mięsa z kręgosłupów karpia odzyskanego metodą ręczną oraz mechaniczną (tab.3).

**Tabela 3. Podstawowy skład chemiczny mięsa z kręgosłupów karpia odzyskanego metodą ręczną i mechaniczną**

**Table 3. Chemical composition of carp meat separated from backbones by manual and mechanical method**

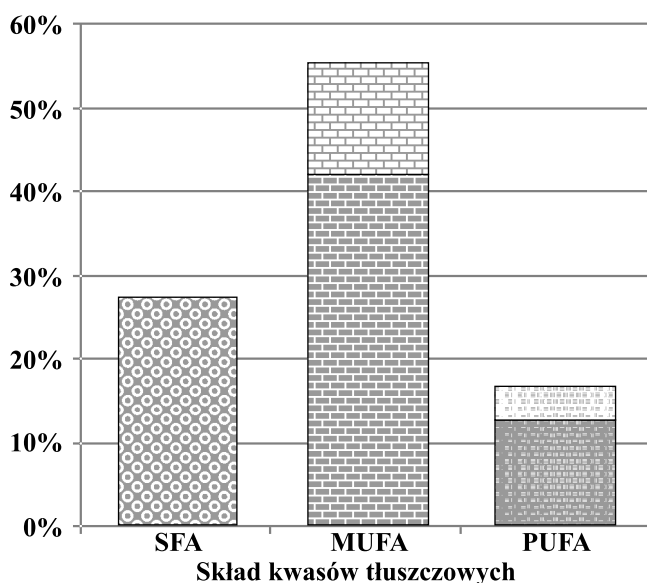
Oznaczenie (%)	Metoda odzysku	
	ręczna	separator bębnowy
Białko (Nx6,25)	16,25±0,25	13,81±0,25
Tłuszcz	2,47±0,05	15,76±0,21
Sucha masa	19,26±0,02	29,88±0,29
Popiół	0,84±0,01	0,73±0,01

Źródło: Badania własne

Z danych w tabeli 3 wynika, że skład chemiczny surowego mięsa z kręgosłupów karpia zależał od zastosowanej metody odzysku. Największe różnice w składzie chemicznym mięsa stwierdzono w odniesieniu do zawartości tłuszczu, która w mięsie odzyskanym metodą ręczną wyniosła 2,74%, podczas gdy w mięsie odzyskanym metodą mechaniczną, była znacznie wyższa i wyniosła 15,76%.

Różnice w zawartości tłuszczu, związane były z ograniczonymi możliwościami ręcznego oddzielenia mięsa (charakteryzującego się wysoką zawartością tłuszczu) przylegającego do żeber w kręgosłupach karpia.

Na rys. 1 przedstawiono skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu zawartym w mięsie z kręgosłupów karpia, odzyskanym metodą mechaniczną.



**Rys. 1. Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu surowego mięsa z kręgosłupów karpia.**

**Fig. 1. Composition of fatty acids in fat of raw carp meat from backbones.**

Źródło: Badania własne

Badania wykazały, że w mięsie odzyskanym z kręgosłupów karpia zawartość nasyconych kwasów (SFA) wynosi 27,52% ogółu lipidów, kwasów jednonienasyconych (MUFA) – 55,6% oraz kwasów wielonienasyconych (PUFA) – 12,83% (rys.1).

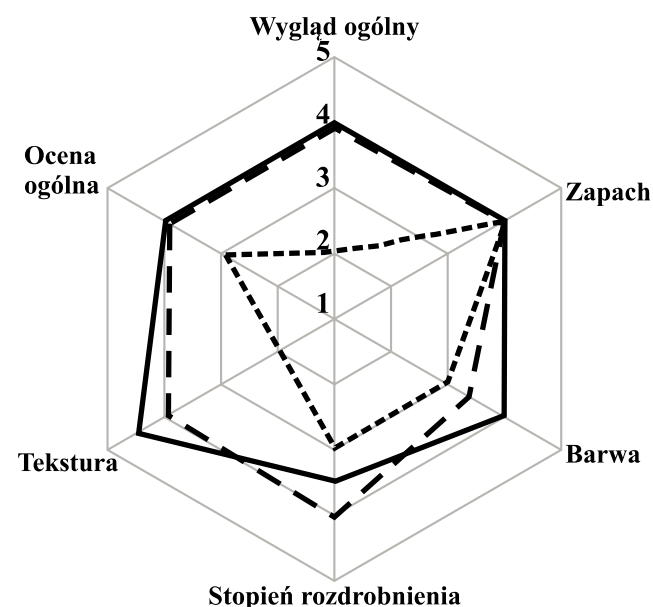
Wysoka zawartość kwasów jednonienasyconych (MUFA), w tym kwasu oleinowego (ponad 42%), związana jest najprawdopodobniej ze składem chemicznym pasz stosowanych do żywienia karpia hodowlanych.

Sumaryczny udział kwasów wielonienasyconych (PUFA), w tym cennych żywieniowo wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 wyniósł 4,06%.

Spożycie 100 g mięsa odzyskanego z kręgosłupów karpia, może więc dostarczyć organizmowi człowieka około 4 g wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, w tym kwasów EPA i DHA.

W pracy oceniono jakość sensoryczną mięsa z kręgosłupów karpia odzyskanego różnymi metodami.

Na rys. 2 przedstawiono wartości wyróżników sensorycznych odzyskanego ręcznie i mechanicznie mięsa z kręgosłupów karpia.



**Rys. 2. Wartości wyróżników sensorycznych mięsa z kręgosłupów karpia odzyskanego metodą ręczną i metodą mechaniczną.**

**Fig. 2. Values of sensory quality attributes of carp meat from backbones recovered by manual and mechanical method.**

Źródło: Badania własne

Oceny wykazały, że surowe mięso odzyskane metodą ręczną charakteryzowało się najwyższą jakością sensoryczną (ocena ogólna 4,0 pkt). Kawalki mięsa miały zwartą i sprężystą teksturę, a barwa i zapach były charakterystyczne dla świeżej, chłodzonej ryby (rys.2).

Webb i inni [12] zbadali wpływ metod odzysku na przykładzie ryb kulbinowatych i wykazali, że zastosowanie metody ręcznej wpływa korzystniej na teksturę tkanki mięsa tych ryb niż zastosowanie metody mechanicznej. Także w przypadku wyrobów drobiowych jakość i trwałość mięsa odzyskanego ręcznie jest wyższa od jakości mięsa odzyskanego mechanicznie [10].

Jakość mięsa odzyskanego mechanicznie za pomocą separatora bębnowego była porównywalna z jakością mięsa odzyskanego ręcznie (ocena ogólna 3,9 pkt). Różnice wystąpiły głównie w ocenie tekstury oraz barwy mięsa. Niższa ocena tekstury mięsa spowodowana była stosunkowo niewielkim zniszczeniem pierwotnej struktury tkanki mięśniowej wskutek separacji mechanicznej. Według Kołakowskiego [4] niski stopień uszkodzenia struktury tkanki mięśniowej jest zaletą separatora bębnowego. W wyniku przeciskania przez otwory bębna mięso ulega rozdrobnieniu na kawałki, których wewnętrzna struktura w znacznym stopniu zachowuje stan pierwotny. Oceniane mięso było barwy jasno różowej (3,4 pkt), o zapachu typowym dla surowego, świeżego mięsa karpia (4 pkt).

Najniższą jakością sensoryczną charakteryzowało się mięso odzyskane za pomocą separatora ślimakowego. Odseparowane mięso było bezpostaciową, półpłynną masą o niekorzystnej, ciemno-czerwonej barwie i lekko zmienionym zapachu. Z tego względu ogólna jakość sensoryczna mięsa została oceniona na poziomie dostatecznym (3,0 pkt). Według Kołakowskiego [4] separacja mięsa za pomocą separatora ślimakowego powoduje często obniżenie jego przydatności technologicznej, głównie wskutek niekorzystnych zmian tekstury.

## PODSUMOWANIE

Badania wykazały, że wielkość odzysku mięsa z kręgosłupów karpia zależała od zastosowanej metody separacji oraz rodzaju obróbki wstępnej.

Największy wpływ na wielkość odzysku mięsa miał sposób separacji. Zastosowanie metody mechanicznej znacząco wpłynęło na wzrost masy odzyskanego mięsa z kręgosłupów karpia w porównaniu z metodą ręczną.

Rodzaj użytych separatorów nie miał większego wpływu na wielkość odzysku mięsa, natomiast miał istotny wpływ na jego jakość sensoryczną. Jakość sensoryczna surowego mięsa odzyskanego za pomocą separatora bębnowego była dobra i porównywalna z jakością mięsa uzyskanego metodą ręczną. Znacznie niższą jakością sensoryczną charakteryzowało się mięso odzyskane za pomocą separatora ślimakowego, głównie ze względu na mazistą, półpłynną konsystencję oraz niekorzystny zapach i barwę.

Skład chemiczny mięsa odseparowanego z kręgosłupów karpia zależał od zastosowanej metody odzysku. Ze względu na efektywność odzysku mięsa z poszczególnych części kręgosłupów, mięso odzyskane za pomocą separatora bębnowego charakteryzowało się znacznie wyższą zawartością tłuszczu w porównaniu z mięsem odzyskanym metodą ręczną.

Badania wykazały, że skład chemiczny surowego mięsa z kręgosłupów karpia był zbliżony do typowego składu chemicznego mięsa z filetów karpia. Mięso z kręgosłupów karpia także charakteryzuje się stosunkowo wysoką zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), zwłaszcza kwasów z rodziny n-3.

Podsumowując, należy stwierdzić, że odzysk mięsa z odpadów poprodukcyjnych z karpia, zwłaszcza kręgosłupów po filetowaniu ryb, jest w pełni uzasadniony pod względem technicznym i technologicznym. Ze względu na skład i właściwości odżywcze mięso z kręgosłupów karpia (szczególnie

odzyskane za pomocą separatora bębnowego), jest wartościowym surowcem i może być z powodzeniem wykorzystywane na cele żywnościowe.

## LITERATURA:

- [1] **BARYŁKO-PIKIELNA N., MATUSZEWSKA I. 2009.** Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków.
- [2] **GURGUL E., KIELESIŃSKA A. 2001.** Technologia i organizacja przemysłu spożywczego. Częstochowa, 215.
- [3] **KOŁAKOWSKI E. 1984.** Technologia mrożonych przetworów rybnych. Wydawnictwo Morskie Gdańsk.
- [4] **KOŁAKOWSKI E. 1986.** Technologia farszów rybnych. PWN. Warszawa.
- [5] **KOŁAKOWSKI E., WIANECKI M., MILEWSKA I. 2008.** *Temperatura cieplnej koagulacji białek mięśniowych ryb i zwierząt rzeźnych wybranych gatunków.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6 (61), 95-104.
- [6] **PIJANOWSKI E., DŁUŻEWSKI M. 2004.** Ogólna technologia żywności. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [7] **POMYKAŁA R., MICHALSKI M. 2008.** *Jakość mikrobiologiczna mięsa drobiowego oddzielanego mechanicznie.* Acta Scientiarum Polonorum. Medicina Veterinaria, 7(4), 43-49.
- [8] **PUCHAŁA R., PILARCZYK M. 2007.** *Wpływ żywienia na skład chemiczny mięsa karpia.* Inżynieria Rolnicza, 5(93), 363-368.
- [9] **ROZPORZĄDZENIE (WE) NR 853/2004 PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.**
- [10] **STANGIERSKI J., KIJOWSKI J., KONIECZNY P. 2011.** *Jakość i wykorzystanie mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie.* Zeszyty Naukowe Nr 205. Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, 202-210.
- [11] **TOKARCZYK G. 2007.** Technologia konserw z farszów rybnych [Praca zbiorowa], Postępy w technologii konserw rybnych. Akademia Rolnicza w Szczecinie, 19-30.
- [12] **WEBB N. B., HARDY E. R., GIDDINGS G. G., HOWELL J. 1976.** *Influence of mechanical separation upon proximate composition, functional properties and textural characteristics of frozen atlantic croaker muscle tissue.* Journal of Food Science. 41, 6, 1277-1281.

Dr inż. Agata FABISZEWSKA<sup>1</sup>

Patrycja MAZURCZAK<sup>2</sup>

Agnieszka PIELIŃSKA<sup>2</sup>

Bartłomiej ZIENIUK<sup>2</sup>

Dr inż. Dorota NOWAK<sup>3</sup>,

Prof. dr hab. Ewa BIAŁECKA-FLORJAŃCZYK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności

<sup>2</sup> Biotechnologia, Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu

<sup>3</sup> Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## PRÓBA ZASTOSOWANIA DROŻDŻY YARROWIA LIPOLYTICA KKP 379 W ZAGOSPODAROWANIU ODPADÓW PRZEMYSŁU RYBNEGO®

The attempt to apply *Yarrowia Lipolytica* KKP379 yeast in fishery  
industry wastes management®

**Słowa kluczowe:** aktywność lipolityczna, odpady przemysłu rybnego, plon biomasy, *Y. lipolytica*.

*Celem pracy przedstawionej w artykule była ocena możliwości zastosowania kilku produktów odpadowych pochodzących z przetwórci ryb (solanki, dwóch rodzajów odpadów po procesie wędzenia ryb oraz szlamu) jako źródła węgla do wzrostu dzikiego szczepu drożdży Y. lipolytica KKP 379. Najwyższy średni plon biomasy drożdży uzyskano w podłożu zawierającym szlam jako źródło węgla, natomiast najwyższą średnią aktywność lipolityczną oznaczono w płynie pochodzącym z podłoża zawierającego olej odpadowy po procesie wędzenia. Wprawdzie średnia zewnątrzkomórkowa aktywność lipolityczna drożdży była niższa w porównaniu z uzyskaną w podłożu z oliwą z oliwek (znanym aktywatorem syntezy lipaz), ale zaletą przedstawionego rozwiązania mogą być względy ekonomiczne i ekologiczne.*

**Key words:** lipase activity, fishery industry wastes, biomass yield, *Y. lipolytica*.

*The aim of the study presented in the paper was to evaluate the possibility of application some fishery wastes (oily wastes from fish smoking process, fish leach and sludge) as a carbon sources in the culture medium for wild strain of yeast Y. lipolytica KKP 379. The highest average yeast biomass yield was achieved in the presence of sludge, but the highest lipase activity was observed in the presence of oily wastes from fish smoking process. The extracellular lipase activity in the culture medium was lower than that obtained in the presence of oil olive (the common activator of lipase synthesis), however this approach may be recommended due to the economic and environmental reasons.*

### WSTĘP

Utylizacja odpadów i zarządzanie produktami ubocznymi powstającymi w procesie wytwarzania żywności stanowią istotny problem z punktu widzenia ochrony środowiska oraz zrównoważonego rozwoju. Odpady pochodzące z zakładów przemysłu rybnego są jednymi z bardziej uciążliwych ścieków, zarówno dla samych przetwórci jak i lokalnych oczyszczalni. Wyjątkowa trudność ich utylizacji wynika z dużej zawartości materii organicznej i wody, podatności na utlenianie oraz możliwości występowania patogennej mikroflory. Z drugiej strony jednak odpady przemysłu rybnego mogą być źródłem soli mineralnych, białka oraz tłuszczów, co stwarza możliwość ich wykorzystania w przetwarzaniu do bardziej wartościowych produktów, jak np. suplementów kwasów tłuszczowych, nawozów, mączki rybnej czy hydrolyzatów białkowych [11, 17]. Mogą one także stanowić cenne źródło składników niezbędnych do wzrostu mikroorganizmów [15] i tym samym istnieje możliwość ich zastosowania w podłożach do hodowli drobnoustrojów w produkcji

różnorodnych metabolitów i/lub białek enzymatycznych, np. drożdży z gatunku *Yarrowia lipolytica*. Drożdże te są jednym z ważnych mikrobiologicznych producentów białka paszowego (tzw. SCP – ang. *single cell protein*), kwasu cytrynowego, związków zapachowych oraz enzymów, w tym proteaz i lipaz [2, 3]. Komórki drożdży *Y. lipolytica* mogą asymilować substraty hydrofobowe, dzięki złożonemu metabolizmowi obejmującemu kilka szlaków metabolicznych. Ekonomia procesu syntezy metabolitów drożdży jest w głównej mierze zależna od kosztów i dostępności odpowiedniego źródła węgla i azotu w podłożu hodowlanym, więc poszukiwanie nowych, tanich substratów, takich jak odpady przemysłu rybnego, staje się zasadnym i interesującym zagadnieniem badawczym [15].

**Celem artykułu jest pokazanie możliwości zastosowania kilku produktów odpadowych pochodzących z zakładów przemysłu rybnego (solanki, dwóch rodzajów odpadu po wędzeniu ryb oraz szlamu) jako źródła węgla w procesach hodowli dzikiego szczepu drożdży Y. lipolytica KKP 379, jak również ocena wpływu tego podłoża**

na zewnątrzkomórkową aktywność lipolityczną badanego szczepu.

## MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Badania prowadzono z udziałem szczepu drożdży *Y. lipolytica* KKP 379, pochodzącego z Kolekcji Kultur Drobnoustrojów Przemysłowych Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego w Warszawie. Drożdże przechowywano na skosach na podłożu agarowym YPG w temperaturze 4°C.

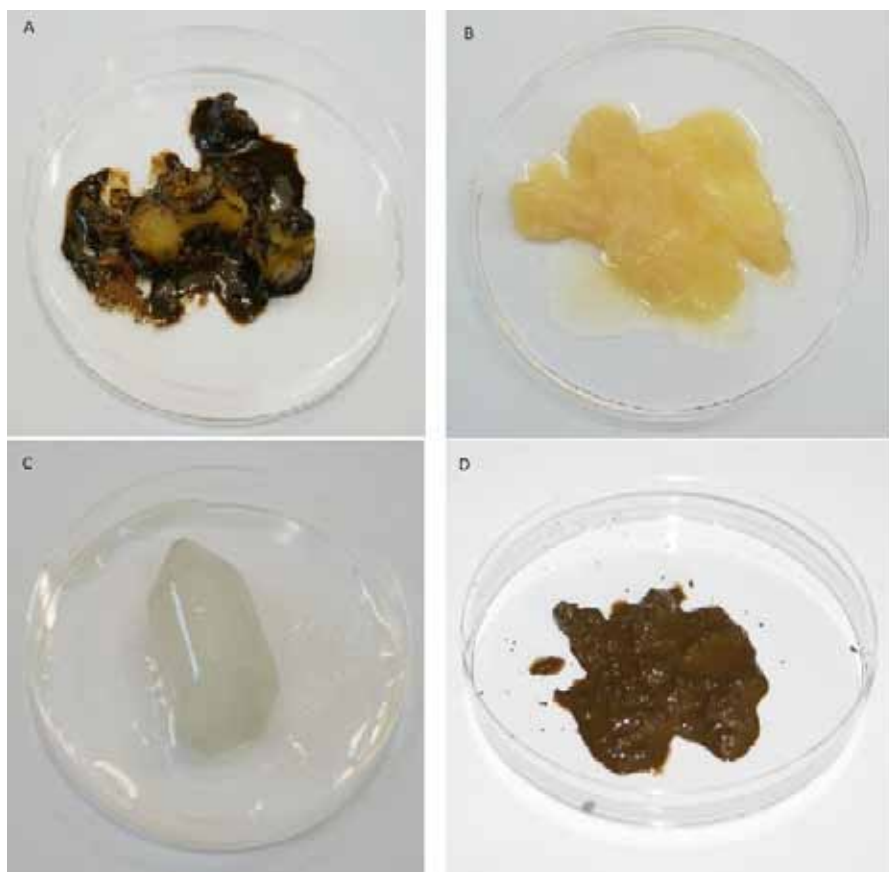
Wszystkie eksperymenty wykonywano w co najmniej trzech powtórzeniach. Hodowlę inokulacyjną prowadzono przez 24 h w temperaturze 28°C w 100 cm<sup>3</sup> płynnego

podłoża YPG, szczepionego za pomocą ezy biomasą drożdży przechowywanych na skosach agarowych. Właściwe hodowle wstrząsane prowadzono w objętości 100 cm<sup>3</sup> płynnego podłoża YP (zawierającego 1% ekstraktu drożdżowego i 2% peptonu), wzbogaconego o dodatek 2% oliwy z oliwek lub produktów odpadowych pochodzących z zakładów przemysłu rybnego (solanki, dwóch rodzajów olejów odpadowych po procesie wędzenia ryb lub szlamu – końcowego produktu odpadowego). Początkowe pH podłoża ustalone na poziomie 5,0. Objętość stosowanego inokulum wynosiła 0,1% v/v. Na rysunku nr 1 zaprezentowano fotografie próbek wszystkich czterech zastosowanych w podłożach odpadów poprodukcyjnych.

Hodowle właściwe prowadzono przez 65 h w temperaturze 28°C na wstrząsarce posuwisto-zwrotnej IKA KS 4000 ic control przy 150 obrotach na minutę. Komórki drożdży oddzielano po hodowli od podłoża poprzez wirowanie przy 8000 rpm (6784 rcf) przez 10 minut w temperaturze 10°C przy użyciu wirówki MPW-351R. Plon biomasy określano na podstawie mokrej masy oraz suchej biomasy drożdży metodą termograwimetryczną, automatycznie w wagosuszarce Radwag MAC 50/NH.

Zewnątrzkomórkową aktywność lipolityczną enzymów syntetyzowanych przez drożdże i wydzielanych do podłoża hodowlanego oznaczano metodą spektrofotometrycznego pomiaru postępu reakcji hydrolizy laurynianu *p*-nitrofenylu (rys. 2) [12, 13]. Za jednostkę aktywności enzymatycznej lipaz 1 U przyjęto taką ilość enzymu, która jest w stanie uwolnić 1 μmol *p*-nitrofenolu w czasie 1 minuty w warunkach oznaczenia w temperaturze 37°C. Krzywą wzorcową dla stężenia *p*-nitrofenolu wyznaczono, sporządzając roztwory wzorcowe *p*-nitrofenolu w zakresie stężeń od 4,4 × 10<sup>-6</sup> M/cm<sup>3</sup> do 3,7 × 10<sup>-7</sup> M/cm<sup>3</sup>. Do reakcji pobierano 15 cm<sup>3</sup> płynu hodowlanego, w którym znajdowały się zewnątrzkomórkowe enzymy lipolityczne.

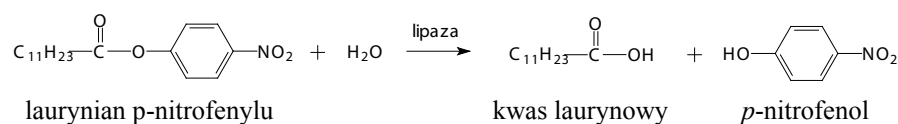
Analizę składu kwasów tłuszczowych (po derywatywacji do postaci estrów metylowych metodą PN-EN ISO 5509) wykonano z użyciem chromatografu gazowego z detektorem FID (Agilent Technologies GC 7890A). Zastosowano następujące warunki pracy chromatografu gazowego: kolumna kapilarna SUPELCOWAX 10 (30 m × 0,32 mm × 0,25 μm), gaz nośny – hel, temperatura dozownika 250°C, temperatura początkowa kolumny 200°C, przyrost temperatury



Rys. 1. Fotografie próbek czterech zastosowanych w podłożach odpadów poprodukcyjnych przemysłu rybnego, w tym dwóch odpadów półpłynnych czyli olejów odpadowych po procesie wędzenia ryb (A – wędzarnia nr 1 i B – wędzarnia nr 2), jednego odpadu płynnego czyli solanki odpadowej (zaprezentowana w postaci zamrożonej, C) oraz odpad stały, czyli szlam (D).

Fig. 1. Pictures of fishery industry wastes used in culture media, including two waste slurries – oily wastes from fish smoking process (A and B), one liquid waste – fish leach waste (presented in frozen form, C) and solid waste – sludge (D).

Fot.: P. Mazurczak



Rys. 2. Hydroliza laurynianu *p*-nitrofenylu z udziałem lipaz *Y. lipolytica*.

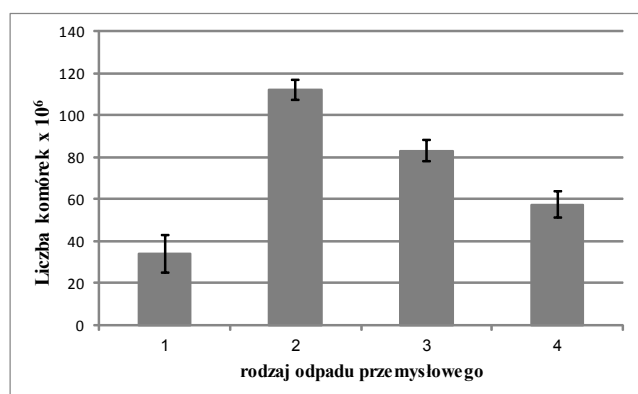
Fig. 2. Hydrolysis of *p*-nitrophenyl laurate involving *Y. lipolytica* lipases.

Źródło: Badania własne

4°C/min do 260°C, izoterma 260°C przez 10 min, podział strumienia 50:1, nastrzyk autosamplerem 1 x 1 µl, temperatura detektora 260°C [7]. Dodatkowo w celu identyfikacji kwasów tłuszczowych zastosowano spektrometrię mas. Analizę wykonano w Zakładzie Biotechnologii Instytutu Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego w Warszawie.

## WYNIKI

W badaniach wstępnych drożdże *Y. lipolytica* KKP 379 hodowano w podłożach zawierających odpady przetwórstwa rybnego wprowadzone do sterylnej wody, ale nie zaobserwowano wzrostu mikroorganizmów nawet po 96 h hodowli. Z tego względu podłoża hodowlane uzupełniono o dodatkowe składniki. Uzupełnienie składu podłoży dodatkami peptonu oraz ekstraktu drożdżowego jako źródła azotu, mikro- i makroelementów skutkowało dobrym wzrostem badanego szczepu drożdży (rys. 3). Po 65 h hodowli najwyższą liczbę komórek drożdży *Y. lipolytica* –  $1,12 \times 10^8$  komórek/cm<sup>3</sup> zaobserwowano w podłożu z jednym z odpadowych olejów po procesie wędzenia (odpad nr 2, rys. 3); w podłożu z solanką (odpad nr 3) oraz w podłożu ze szlamem (odpad nr 4) stwierdzono nieco mniejsze (odpowiednio  $8,32 \times 10^7$  i  $5,75 \times 10^7$  komórek drożdży/cm<sup>3</sup>).

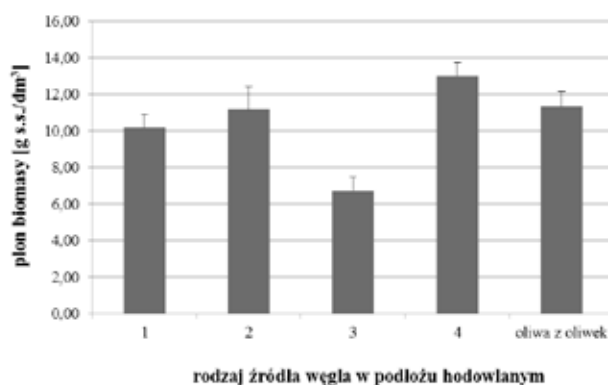


**Rys. 3.** Wpływ rodzaju odpadu z zakładu przemysłu rybnego na liczbę komórek szczepu drożdży *Y. lipolytica* KKP 379 po 65 h hodowli. Zastosowany odpad przemysłowy w podłożu: 1 – odpadowy olej po procesie wędzenia (wędzarnia nr 1), 2 – odpadowy olej po procesie wędzenia (wędzarnia nr 2), 3 – solanka, 4 – szlam.

**Fig. 3.** The influence of fishery industry wastes on the number of *Y. lipolytica* KKP 379 cells after 65 h of shaking culture. Fishery industry wastes used in media: 1 – oily wastes from fish smoking process (no. 1), 2 – oily wastes from fish smoking process (no. 2), 3 – fish leach waste, 4 – sludge.

**Źródło:** Badania własne

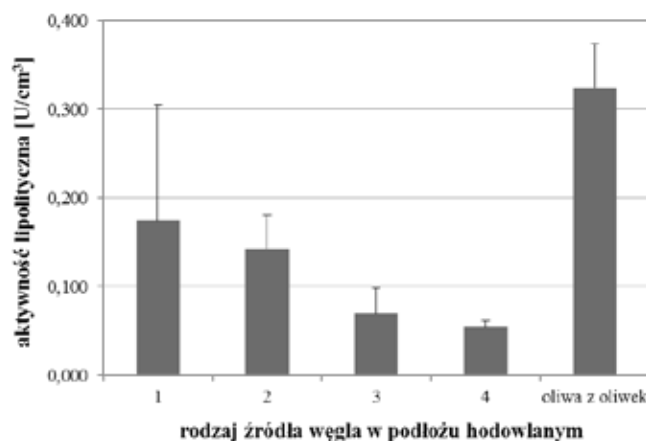
Oznaczono także plon biomasy drożdży (rys. 4) oraz aktywność lipolityczną płynu pohodowlanego (rys. 5) po 65 h hodowli wstrząsanej. Najwyższy średni plon biomasy ( $13,02$  g s.s./dm<sup>3</sup>) uzyskano w podłożu, w którym zastosowano stały materiał odpadowy – szlam (rys. 4). Istotnie niższy plon biomasy otrzymano, stosując solankę odpadową –  $6,75$  g s.s./dm<sup>3</sup>. Dla pozostałych dwóch odpadów przemysłu rybnego, czyli olejów odpadowych po wędzeniu, plon biomasy



**Rys. 4.** Wpływ dodatku odpadowych produktów przemysłu rybnego w podłożu hodowlanym na plon biomasy szczepu drożdży *Y. lipolytica* KKP 379 po 65 h hodowli. Zastosowany odpad przemysłowy w podłożu: 1 – odpadowy olej po procesie wędzenia (wędzarnia nr 1), 2 – odpadowy olej po procesie wędzenia (wędzarnia nr 2), 3 – solanka, 4 – szlam.

**Fig. 4.** The influence of fishery industry wastes in culture medium on *Y. lipolytica* KKP 379 biomass yield after 65 h of shaking culture. Fishery industry wastes used in media: 1 – oily wastes from fish smoking process (no. 1), 2 – oily wastes from fish smoking process (no. 2), 3 – fish leach waste, 4 – sludge.

**Źródło:** Badania własne



**Rys. 5.** Wpływ dodatku odpadowych produktów przemysłu rybnego w podłożu hodowlanym na zewnątrzkomórkową aktywność lipolityczną szczepu drożdży *Y. lipolytica* KKP 379 po 65 h hodowli. Zastosowany odpad przemysłowy w podłożu: 1 – odpadowy olej po procesie wędzenia (wędzarnia nr 1), 2 – odpadowy olej po procesie wędzenia (wędzarnia nr 2), 3 – solanka, 4 – szlam.

**Fig. 5.** Influence of fishery industry wastes in culture medium on extracellular *Y. lipolytica* KKP 379 lipase activity after 65 h of shaking culture. Fishery industry wastes used in media: 1 – oily wastes from fish smoking process (no. 1), 2 – oily wastes from fish smoking process (no. 2), 3 – fish leach waste, 4 – sludge.

**Źródło:** Badania własne



nie różnił się istotnie w porównaniu do tego osiągniętego w podłożu ze szlamem. Solanka odpadowa zawierała najprawdopodobniej mniej tłuszczu i białka, w związku z tym była najmniej wartościowym źródłem węgla dla badanego szczepu drożdży, a uzyskany plon biomasy po 65 h hodowli był najniższy. Dla porównania w przypadku zastosowania podłoża YPG plon biomasy wynosił 9,44 g s.s./dm<sup>3</sup> [7].

Dużo większą różnorodność wśród wyników zaobserwowano badając zewnątrzkomórkową aktywność lipolityczną płynu pohodowlanego (rys. 5). Najwyższą średnią aktywność lipaz oznaczono w płynie pohodowlanym pochodzącym z podłoża zawierającego olej odpadowy z wędzarni nr 1 (0,175 U/cm<sup>3</sup>), niższą aktywnością lipolityczną odznaczały się drożdże hodowane w podłożu z olejem odpadowym z wędzarni nr 2 (0,143 U/cm<sup>3</sup>). Najniższą aktywność lipolityczną zaobserwowano w podłożu ze szlamem (0,055 U/cm<sup>3</sup>). Jednak w każdym przypadku była to aktywność wyższa w porównaniu z zaobserwowaną dla drożdży hodowanych jedynie na podłożu YPG (0,037 U/cm<sup>3</sup> [7]). Należy zauważyć, że wzrost drożdży *Y. lipolytica* może być hamowany z powodu niedostatecznego dotlenienia komórek w hodowli wstrząsanej oraz na skutek obecności toksycznych związków znajdujących się w materiałach odpadowych. To

mogłoby wyjaśniać, dlaczego najniższą zewnątrzkomórkową aktywność lipaz stwierdzono w podłożu ze stałym odpadem przemysłu rybnego. Ten rodzaj odpadu nie jest wolny od wielu detergentów używanych w procesie mycia ryb, a jako końcowy odpad poprodukcyjny zawiera największą ilość zanieczyszczeń.

Co ciekawe, uzyskany plon biomasy w podłożach z odpadami przetwórstwa rybnego był porównywalny do plonu uzyskanego w podłożu z oliwą z oliwek (powszechnie stosowanym źródłem węgla w podłożach stymulujących aktywność lipolityczną drobnoustrojów), zaś średnia aktywność lipaz syntetyzowanych do podłoża hodowlanego zawierającego odpadowe oleje po wędzeniu, była zaledwie dwa razy niższa niż ta uzyskana w podłożu z oliwą z oliwek (rys.5).

Dodatkowo przeprowadzono analizę składu kwasów tłuszczowych znajdujących się w postaci acylogliceroli lub w postaci wolnych kwasów w obu olejach odpadowych po procesie wędzenia ryb, które stosowano w podłożach hodowlanych i otrzymane wyniki porównano z oznaczeniami dla oliwy z oliwek (tab. 1). Zaobserwowano istotne różnice, które mogły mieć bezpośredni wpływ na aktywność lipolityczną badanego szczepu drożdży, gdyż jak wiadomo komórki drożdży *Y. lipolytica* potrafią selektywnie

**Tab. 1. Skład kwasów tłuszczowych zawartych w oliwie z oliwek oraz w badanych odpadowych olejach po procesie wędzenia ryb [zawartość procentowa wszystkich kwasów tłuszczowych]**

**Tab. 1. Fatty acid composition of olive oil and oily wastes from fish smoking process [% total fatty acid content in oil]**

Kwas tłuszczowy			Oliwa z oliwek	Odpadowy olej po procesie wędzenia (nr 1)	Odpadowy olej po procesie wędzenia (nr 2)
Symbol	Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa			
C12:0	dodekanowy	laurynowy	0	0,05	0,05
C13:0	tridekanowy	-	0	0,04	0,04
C14:0	tetradekanowy	mirystynowy	0	6,09	5,97
-	trimetylotridekanowy	-	0	0,14	0,13
C14:1	tetradecenowy	mirystooleinowy	0	0,06	0,05
C15:0	pentadekanowy	-	0	0,72	0,71
-	metylotetradekanowy	-	0	0,08	0,07
C16:0	heksadekanowy	palmitynowy	10,27	13,37	13,13
C16:1	heksadecenowy	palmitooleinowy	0	4,72	4,29
C16:2	heksadekadienowy	-	0	0,27	0,24
-	metyloheksadecenowy	-	0	0,52	0
C16:4	heksadekatetraenowy	-	0	0,36	0,33
C17:0	heptadekanowy	margarynowy	0,07	0,35	0,34
C17:1	heptadecenowy	margaroleinowy	0,13	0,27	0,36
C18:0	oktadekanowy	stearynowy	3,15	2,28	2,21
C18:1	oktadecenowy	oleinowy	77,86	16,29	16,68
C18:2	oktadekadienowy	linolowy	6,17	1,81	1,94
C18:3	oktadekatrienowy	linolenowy	0,63	1,3	1,39
C18:4	oktadekatetraenowy	stearydonowy	0	3,85	4,11
C20:0	eikozanowy	arachidowy	0,41	0	0
C20:1	eikozenowy	-	0,29	9,63	9,22
C20:2	eikozadienowy	-	0	0	0,3
C20:3	eikozatrienowy	-	0	0	0,29
C20:4	eikozatetraenowy (ARA)	arachidonowy	0	1,36	1,37
C20:5	eikozapentaenowy (EPA)	-	0	7,51	7,62
C22:0	dokozaanowy	behenowy	0,11	0	0
C22:1	dokozenowy	erukowy	0	15,25	13,76
C22:5	dokozapentaenowy (DPA)	-	0	1,68	1,86
C22:6	dokozaheksaenowy (DHA)	-	0	11,67	12,33
C24:0	tetrakozanowy	lignocerynowy	0,05	0	0
C24:1	tetrakozenowy	nerwonowy	0	0	0

Źródło: Badania własne

wykorzystywać kwasy tłuszczowe, a preferencje te mogą być zależne nie tylko gatunkowo, ale i szczepowo [14].

Oliwa z oliwek, będąca olejem roślinnym, stanowiła bogate źródło kwasów tłuszczowych, takich jak kwas oleinowy (77,86%) oraz kwas linolowy (6,17%). Dla porównania, rybne oleje odpadowe zawierały około 16,5% kwasu oleinowego oraz mniej niż 2% kwasu linolowego. Wszystkie oleje zawierały dość znaczącą ilość kwasu palmitynowego, odpowiednio: 10,27% w oliwie z oliwek; 13,37 i 13,13% w olejach po wędzeniu ryb. Natomiast rybne oleje odpadowe (tab.1) były bogate w wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, takie jak eikozapentaenowy (EPA, średnio 7,57%), dokozapentaenowy (DPA, średnio 1,77%) i dokozaheksaenowy (DHA, średnio 12%) oraz oktedekateetraenowy (średnio 3,98%). W porównaniu z oliwą z oliwek w ich składzie stwierdzono znacznie wyższe zawartości kwasu eikozenowego (odpowiednio 0,29% w oliwie z oliwek oraz 9,63 i 9,22% w olejach odpadowych), a także oznaczono kwasy tłuszczowe niezidentyfikowane w oliwie z oliwek, jak m.in. nasycony kwas mirystynowy (średnio 6,03%) oraz kwasy jednonienasycone: palmitooleinowy (średnio 4,51%) i erukowy (średnio 14,51%). Warto podkreślić, że oba oleje odpadowe posiadały zbliżony skład kwasów tłuszczowych.

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Odpady poprodukcyjne stanowią doskonale źródło składników do wzrostu mikroorganizmów i w związku z tym mogą być wykorzystane w mikrobiologicznej produkcji enzymów. Rebah i Miled [15] opublikowali ciekawy artykuł przeglądowy o zastosowaniu odpadów przetwórstwa rybnego w mikrobiologicznej syntezie takich białek enzymatycznych, jak proteazy, lipazy, enzymy chitynolityczne czy lignocelulityczne. Autorzy zaznaczają, że głównym czynnikiem determinującym wykorzystanie odpadów w syntezie lipaz jest obecność substratów lipidowych w podłożu, a ten warunek spełniają odpady przemysłu rybnego, z reguły zawierające znaczne ilości tłuszczów.

W przetwarzaniu materiałów odpadowych do produktów o wyższej wartości stosowano także szczepy drożdży *Y. lipolytica*. Okazało się, że hodowla tego gatunku w podłożach zawierających ścieki po produkcji oliwy z oliwek oraz oleju palmowego znacznie obniża chemiczne zapotrzebowanie na tlen – wskaźnik będący miarą zanieczyszczeń [2]. Podejmowano także pozytywne próby zastosowania szczepów *Y. lipolytica* w zagospodarowaniu takich materiałów odpadowych, jak otręby jęczmienne, odpady łojowe, odpady po produkcji przetworów ananasowych, warzywnych, odpady po produkcji oleju sojowego i oleju babassu. Jednocześnie w poszczególnych przypadkach odnotowano istotny przyrost biomasy drożdży lub produkcję takich metabolitów, jak m.in. lipazy, olej mikrobiologiczny, surfaktanty czy kwas cytrynowy [2, 16].

Yano i in. (2008) badali zdolność szczepu drożdży *Y. lipolytica* NR BC-10073 do hydrolizy lipidów zawartych w stałych odpadach przemysłu rybnego, które stanowiły rozdrobnione kawałki ryb i wykazali jego skuteczność w zmniejszeniu zawartości składników lipidowych w odpadach w wyniku fermentacji prowadzonej w fazie stałej. Jednocześnie autorzy ocenili, że drożdże wykorzystywały mniej niż 1% białka

zawartego w odpadach rybnych, chociaż gatunek *Y. lipolytica* znany jest ze swoich silnych właściwości proteolitycznych. Autorzy, jako jedną z przyczyn zaobserwowanych prawidłowości, uznali niedostateczne natlenienie hodowli [17]. Kwasy tłuszczowe pochodzące z hydrolizy tłuszczów są metabolizowane w komórkach drożdży w procesie  $\beta$ -oksydacji – wymagającym dużej dostępności tlenu [8], co powinno zostać uwzględnione w badaniach nad metodą biotechnologicznego wykorzystania drożdży w utylizacji odpadów poprodukcyjnych przemysłu rybnego.

Akpınar i Uçar (2013) ocenili z kolei zdolność trzech różnych szczepów *Y. lipolytica* do produkcji lipaz podczas wzrostu w podłożach z trzema różnymi lipidowymi źródłami węgla (tributyryną, oliwą z oliwek i olejem rybnym). Wszystkie substraty stymulowały syntezę enzymów lipolitycznych, w tym 1% dodatek oleju rybnego okazał się być silniejszym induktorem aktywności lipaz, niż pozostałe dwa źródła węgla [1]. Stosowany przez cytowanych autorów olej był oczyszczonym produktem wysokiej jakości. Jak dotąd brak jest doniesień dotyczących produkcji lipaz w podłożach z nieoczyszczonymi lub odpadowymi olejami rybnymi. Rezultaty zaprezentowane w niniejszej pracy to pierwsza tego typu próba zastosowania drożdży *Y. lipolytica* w biotechnologicznej metodzie syntezy lipaz, przy jednoczesnym zagospodarowaniu odpadów przemysłu rybnego.

Zewnątrzkomórkowa aktywność lipolityczna szczepu drożdży *Y. lipolytica* KKP 379 hodowanego w podłożu zawierającym olej odpadowy po procesie wędzenia była niższa w porównaniu z aktywnością uzyskaną w podłożu z oliwą z oliwek, która jest znanym aktywatorem syntezy lipaz [4, 5, 7]. Większość autorów uważa, że aktywujący wpływ oliwy z oliwek na syntezę lipaz zewnątrzkomórkowych wynika z wysokiej zawartości kwasu oleinowego (od 55 do 83%), który najprawdopodobniej jest induktorem promotora genu LIP2, odpowiadającego za zewnątrzkomórkową aktywność *Y. lipolytica* [9]. Warto jednak podkreślić, że nie wszystkie lipazy zewnątrzkomórkowe są w równym stopniu aktywowane przez obecność w podłożu oliwy z oliwek, dlatego w mikrobiologicznej produkcji lipaz zastosowanie znajdują też inne oleje pochodzenia roślinnego [6, 7]. Podobne zastosowanie mają także różne substraty hydrofobowe, jak omawiane w niniejszej pracy odpady przetwórstwa rybnego o zdecydowanym charakterze lipidowym; dla kontynuacji badań w tym kierunku decydujące znaczenie mają względy ekonomiczne i ekologiczne.

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń sformułowano następujące wnioski i spostrzeżenia:

1. We wszystkich badanych podłożach hodowlanych zawierających 2% odpadów poprodukcyjnych przemysłu rybnego zaobserwowano wzrost drożdży *Y. lipolytica* KKP 379 na poziomie od ok  $3 \times 10^7$  do  $1,1 \times 10^8$  komórek/cm<sup>3</sup> po 65 h hodowli wstrząsanej oraz dowiedziono, że istnieje potencjał zastosowania drożdży *Y. lipolytica* w zagospodarowaniu tego materiału odpadowego i jednoczesnej produkcji enzymów lipolitycznych.
2. Najwyższy średni plon biomasy drożdży uzyskano w podłożu zawierającym szlam (stały odpad poprodukcyjny)

jako źródło węgla, natomiast najwyższą średnią aktywność lipolityczną oznaczono w płynie pohodowlanym z podłoża zawierającego olej odpadowy po procesie wędzenia.

- Średnia zewnątrzkomórkowa aktywność lipolityczna szczepu drożdży *Y. lipolytica* KKP 379 hodowanego w podłożu zawierającym olej odpadowy po procesie wędzenia była niższa w porównaniu z uzyskaną w podłożu z oliwą z oliwek (znanym aktywatorem syntezy lipaz), ale zaletą przedstawionego rozwiązania mogą być względy ekonomiczne i ekologiczne.

Wyniki zaprezentowane w pracy mają charakter badań wstępnych; zdecydowanie wskazują jednak na to, że drożdże z gatunku *Y. lipolytica* mogą znaleźć zastosowanie w zagospodarowaniu uciążliwych odpadów pochodzących z zakładów przemysłu rybnego, które stanowią poważne obciążenie dla środowiska. Stosowane w opisanych doświadczeniach podłoża zawierały bogate źródło azotu oraz składników mineralnych w postaci peptonu i ekstraktu drożdżowego, a zatem obniżenie kosztów można by dodatkowo osiągnąć poprzez próbę minimalizacji zawartości tych składników w podłożu. Warto także podkreślić, że uzyskane w prezentowanej pracy wyniki z pewnością nie są optymalnymi rezultatami, jakie można by osiągnąć dla badanych odpadów przemysłu rybnego. Wynika to z ograniczenia dostępności tlenu w hodowli wstrząsanej w porównaniu z hodowlą napowietrzaną w bioreaktorze laboratoryjnym, a także z obecności toksycznych składników w ściekach poprodukcyjnych, jak np. katecholu, który silnie hamuje procesy oddechowe drożdży z gatunku *Y. lipolytica* [10]. W kolejnych etapach badań należy podjąć próby dokładnej analizy składu poszczególnych typów odpadów przetwórstwa rybnego, w tym zawartości białka i tłuszczów oraz rozpocząć prace nad optymalizacją doboru szczepów drożdży, składu podłoża hodowlanego, sposobem wstępnej obróbki odpadów (termicznej, chemicznej czy enzymatycznej) oraz warunków hodowli tych mikroorganizmów. Optymalizacja badanego procesu może stanowić interesującą ofertę wdrożeniową dla przemysłu spożywczego.

## LITERATURA

- AKPINAR O., UÇAR F.B. 2013. *Molecular characterization of Yarrowia lipolytica strains isolated from different environments and lipase profiling*. Turkish Journal of Biology 37, 249-258.
- BANKAR A.V., KUMAR A. R., ZINJARDE S.S. 2009. *Environmental and industrial applications of Yarrowia lipolytica*. Applied Microbiology and Biotechnology 84 (5), 847-865.
- BARTH G., GAILLARDIN C. 1997. *Physiology and genetics of the dimorphic fungus Yarrowia lipolytica*. FEMS Microbiology Reviews 19 (4), 219-237.
- CIAFARDINI G., ZULLO B. A., IRIDE A. 2006. *Lipase production by yeast from extra virgin olive oil*. Food Microbiology 23 (1), 60-67.
- DARVISHI F., NAHVI I., ZARKESH-ESFAHANI H., MOMENBEIK F. 2009. *Effect of plant oils upon lipase and citric acid production in Yarrowia lipolytica yeast*. Journal of Biomedicine and Biotechnology 1-7.
- DOMÍNGUEZ A., DEIVE F.J., SANROMÁN A., LONGO M.A. 2003. *Effect of lipids and surfactants on extracellular lipase production by Yarrowia lipolytica*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 78 (11), 1166-1170.
- FABISZEWSKA A. 2013. *Badania nad właściwościami katalitycznymi drożdży Yarrowia lipolytica w reakcjach biotransformacji*. Rozprawa doktorska. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
- FICKERS P., BENETHI P. H., WACHÉ Y., MARTY A., MAUERSBERGER S., SMIT M. S., NICAUD J.-M. 2005. *Hydrophobic substrate utilization by the yeast Yarrowia lipolytica, and its potential applications*. FEMS Yeast Research 5, 527-543.
- FICKERS P., MARTY A., NICAUD J.-M. 2011. *The lipases from Yarrowia lipolytica: genetics, production, regulation, biochemical characterization and biotechnological applications*. Biotechnology Advances 29 (6), 632-644.
- GONÇALVES C., LOPES M., FERREIRA J.P., BELO I. 2009. *Biological treatment of olive mill wastewater by non-conventional yeasts*. Bioresource Technology 100, 3759-3763.
- JAYATHILAKAN K., SULTANA K., RADHAKRISHNA K., BAWA A.S. 2012. *Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review*. Journal of Food Science and Technology 49 (3), 278-293.
- KAPTUROWSKA A., STOLARZEWICZ I., KRZYCZKOWSKA J., BIAŁECKA-FLORJAŃCZYK E. 2012. *Studies on lipolytic activity of sonicated enzymes from Yarrowia lipolytica*. Ultrasonics Sonochemistry 19, 86-191.
- KRZYCZKOWSKA J., STOLARZEWICZ I., BIAŁECKA-FLORJAŃCZYK E. 2009. *Spektrofotometryczna metoda pomiaru aktywności lipaz w reakcji hydrolizy laurynianu p-nitrofenylu*. Monografia: Wielokierunkowość Badań w Rolnictwie i Leśnictwie 2, 665-671.
- PAPANIKOLAOU S., AGGELIS G. 2003. *Selective uptake of fatty acids by the yeast Yarrowia lipolytica*. European Journal of Lipid Science and Technology 105 (11), 651-655.
- REBAH F.B., MILED N. 2013. *Fish processing wastes for microbial enzyme production: a review*. 3 Biotech 3, 255-265.
- WU L., GANG G.E., WAN J. 2009. *Biodegradation of oil wastewater by free and immobilized Yarrowia lipolytica W29*. Journal of Environmental Sciences 21, 237-242.
- YANO Y., OIKAWA H., SATOMI M. 2008. *Reduction of lipids in fish meal prepared from fish waste by a yeast Yarrowia lipolytica*. International Journal of Food Microbiology 121, 302-307.

Mgr inż. Maciej KABZIŃSKI  
 Prof. dr hab. inż. Mirosław GRZESIK  
 Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego  
 Wydział Technologii Żywności  
 Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## STANOWISKO BADAWCZE DO MIESZANIA NIENIUTONOWSKICH PŁYNÓW SPOŻYWCZYCH®

### Research stand for mixing non-Newtonian food fluids®

**Słowa kluczowe:** mieszanie, płyny nieniutonowskie, właściwości reologiczne, stanowisko badawcze.

*W pracy przedstawiono stanowisko badawcze, za pomocą którego może być realizowany cykl badań operacji mieszania nieniutonowskich płynów spożywczych. Stanowisko wyposażone jest w aparaturę pomiarową w postaci obrotomierza i czujnika momentu obrotowego oraz w oprogramowanie umożliwiające rejestrację i przetwarzanie danych. Uzyskane parametry operacji mieszania oraz parametry reologiczne posłużą do budowy modeli mieszania strukturalnych płynów spożywczych z uwzględnieniem zmian ich charakterystyk reologicznych w czasie.*

**Key words:** mixing, non-Newtonian fluids, rheology, research stand.

*The paper presents a research stand for studies of mixing of non-Newtonian food fluids. The stand is equipped with a tachometer and torque sensor and software enable recording and processing the measurements' data. The resulting parameters of the mixing process and the rheological parameters can be used to develop models for the mixing of non-Newtonian fluids, including their changes in rheological characteristics in time.*

### WSTĘP

Mieszanie w przemyśle spożywczym wykorzystywane jest szeroko w produkcji różnorodnych ciast [9], sosów, musztard, a także koncentratów zup [6]. Ponadto etap mieszania występuje w procesie produkcji kremów, margaryn i past [1, 4].

Opisywaną operację prowadzi się w celu wytworzenia jednolitego roztworu lub zawiesiny, intensyfikacji wymiany ciepła i masy zarówno w układach czysto fizycznych, jak i połączonych z reakcją chemiczną [11]. Mieszanie umożliwia kształtowanie właściwości sensorycznych i tekstury produktu [1], co ma bardzo duże znaczenie w przetwórstwie spożywczym.

Wśród znacznej liczby układów poddawanych mieszaniu w przemyśle spożywczym znaczące miejsce zajmują płyny nieniutonowskie o właściwościach reologicznych zmieniających w czasie. Charakteryzują się one tym, że ich lepkość pozorna (stosunek naprężenia ścinającego do szybkości ścinania) przy ustalonych parametrach ciśnienia i temperatury nie jest wielkością stałą, jak w przypadku cieczy newtonowskich, lecz zależy od wielu innych czynników [11].

Układami wykazującymi przedstawione właściwości mogą być zawiesiny skrobi natywnych i modyfikowanych oraz ich mieszaniny z dodatkiem innych polisacharydów spożywczych [8]. Właściwości tych zawiesin mogą być modyfikowane przez dodatek różnorodnych polisacharydów nieskrobiowych. Są one stosowane w celu zagęszczania, żelowania oraz stabilizowania [3, 10], a także podczas opracowywania nowych produktów o określonej teksturze oraz jako zamienniki niektórych składników [5, 8].

Należy podkreślić, że zrozumienie charakterystyk reologicznych ma niezwykle istotne znaczenie dla działań mających na celu zwiększanie stabilności emulsji i pian [5, 7], co jest bezpośrednio związane z optymalizacją procesu technologicznego, jakością produktu oraz jego trwałością [2].

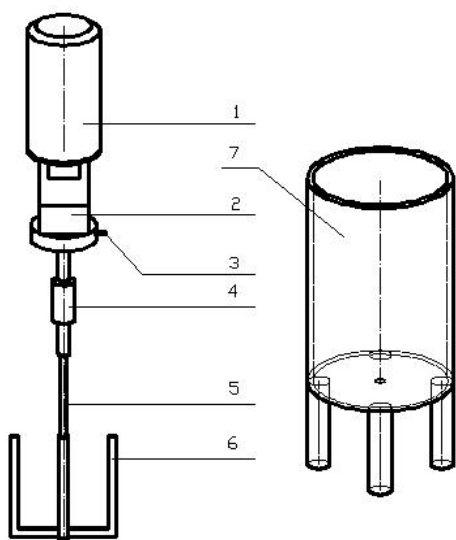
**W związku z powyższym, ważnym zagadnieniem jest wytworzenie odpowiedniej aparatury badawczej umożliwiającej korelowanie charakterystyk mechanicznych operacji mieszania z cechami reologicznymi mieszanych substancji.**

**Celem artykułu jest przedstawienie stanowiska badawczego (wraz z aparaturą badawczą), zbudowanego w Katedrze Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, umożliwiającego prowadzenie w/w badań.**

### STANOWISKO BADAWCZE

Prezentowane stanowisko umożliwia odwzorowanie wykonywania operacji technologicznych w skali ćwierćtechnicznej. W jego skład wchodzi następujące elementy (rys. 1):

- uchwyt układu napędowego wraz silnikiem i przekładnią zębatą
- aparatura pomiarowa
- komplet mieszadeł
- zbiornik cylindryczny (o średnicy  $D = 240$  mm, wysokości  $H = 360$ , pojemności roboczej 12 litrów)
- komputer z autorskim oprogramowaniem.



**Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1 – silnik, 2 – przekładnia, 3 – obrotomierz, 4 – czujnik momentu obrotowego, 5 – wał mieszadła, 6 – mieszadło, 7 – zbiornik.**

**Fig. 1. Scheme of the research stand: 1 – engine, 2 – gear, 3 – tachometer, 4 – torque meter, 5 – stirrer’s shaft, 7 – tank.**

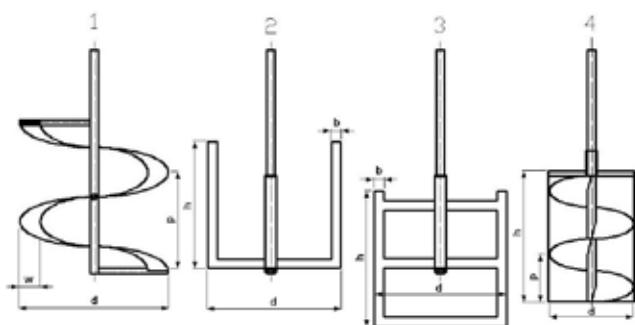
**Źródło:** Materiały własne

Elementem napędowym mieszalnika jest silnik SKg 71-6B2 (producent: Besel SA Brzeg), o mocy 0,25 kW, zasilany energią elektryczną o napięciu 380V.

Przeniesienie napędu odbywa się za pomocą przekładni MH 141-105/14 (producent: Mechanika Maszyn Kacperk, Warszawa) o przełożeniu równym 10,86, zapewniającym redukcję nominalnej liczby obrotów silnika wynoszącej 900 min<sup>-1</sup> (przy częstotliwości prądu 50 Hz) do 83 min<sup>-1</sup>.

Z kolei aparaturę pomiarową stanowi czujnik momentu obrotowego (model: NCTE 2200-7,5) wraz ze wskaźnikiem MD100M (producent: WObit Poznań) oraz obrotomierz P120 (producent: Lumel SA Zielona Góra).

Najważniejszą częścią wyposażenia stanowiska, ze względu na prowadzenie procesu, jest komplet mieszadeł, a więc łopatkowe, turbinowe oraz, zalecane do mieszania cieczy wysokolepkich [4, 7]: kotwicowe, ramowe, wstęgowe a także ślimakowe z dyfuzorem własnej konstrukcji. Przedstawiono je na rysunku 2.



**Rys. 2. Mieszadła: 1 – wstęgowe, 2 – kotwicowe, 3 – ramowe, 4 – ślimakowe w dyfuzorze.**

**Fig. 2. Stirrers: 1 – ribbon stirrer, 2 – anchor stirrer, 3 – frame stirrer, 4 – screw stirrer with diffuser.**

**Źródło:** Materiały własne

Inwarianty geometryczne mieszadeł podano w tabeli 1.

**Tabela 1. Inwarianty geometryczne stosowanych mieszadeł**

**Table 1. Geometric invariants of applied stirrers**

Mieszadło	Inwariant geometryczny	Wartość
wstęgowe	D/d	1,132
	w/d	0,137
	p/d	0,665
kotwicowe i ramowe	D/d	1,26
	h/d	0,95
	b/d	0,07
ślimakowe	D/d	0,5
	p/d	0,75
	h/d	1,5

**Źródło:** Opracowanie własne

Sterowanie napędem odbywa się zdalnie za pomocą stworzonego oprogramowania opartego o środowisko LabVIEW. Zadając określoną częstotliwość program komunikuje się za pośrednictwem bramy EKI-1222 przy wykorzystaniu protokołu Modbus z przemiennikiem częstotliwości ESMO152LATXA (serii Lenze SMD) regulującym pracę silnika. Zastosowanie przemiennika częstotliwości umożliwia regulację liczby obrotów silnika w zakresie od 10 do 100 obrotów na minutę, z dokładnością wynoszącą 1 obrót na minutę.

Równolegle następuje odczyt bieżącej wartości momentu obrotowego na wale mieszadła oraz odczyt liczby obrotów mieszadła. Komunikacja programu ze wskaźnikiem czujnika momentu obrotowego odbywa się za pomocą łącza RS 232, natomiast przesyłanie danych z obrotomierza jest możliwe przy pomocy protokołu Modbus. Ponadto program sterujący posiada funkcję rejestrowania uprzednio wymienionych wielkości w formie pliku tekstowego.

Kolejną cechą omawianego stanowiska jest możliwość przetwarzania danych zbieranych na bieżąco podczas prowadzenia pomiaru. Odbywa się to za pośrednictwem autorskiego narzędzia, również opartego o środowisko LabVIEW, wyposażonego w funkcje odtwarzania plików tekstowych, wykonywania operacji matematycznych oraz powtórzonego zapisu plików. Przetwarzanie danych pomiarowych przez program obejmuje obliczanie podstawowych wielkości służących do opisu operacji mieszania, to jest mocy chwilowej, liczb kryterialnych: (Froude’a, Reynoldsa) i wartości parametrów reologicznych, takich jak szybkość ścinania oraz naprężenie ścinające (wraz z obliczaną na ich podstawie lepkością pozorną), a także współczynnika konsystencji oraz wskaźnika płynięcia.

Zastosowane oprogramowanie umożliwia obróbkę danych do ośmiu plików jednocześnie. Obliczanie dalszych wielkości reologicznych, takich jak wskaźnik płynięcia oraz współczynnik konsystencji, a także wizualizacja przetworzonych danych pomiarowych odbywa się za pomocą środowiska Gnuplot. Program ten, poza tworzeniem wykresów, posiada możliwość dopasowywania równań do zbiorów danych metodą najmniejszych kwadratów.

Schemat przepływu i przetwarzania danych przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat przepływu i przetwarzania danych na stanowisku badawczym do mieszania nieniutonowskich płynów spożywczych.

Fig. 3. Scheme of data transferring and acquisition in research stand for mixing non-Newtonian food fluids.

Źródło: Materiały własne

## PODSUMOWANIE

Opisywane stanowisko zbudowane w Katedrze Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie umożliwiło rozszerzenie zakresu możliwości badawczych o zagadnienia związane ze zużyciem energii oraz charakterystyką reologiczną badanych mieszanin. Wyniki badań uzyskiwanych na tym stanowisku mogą służyć do budowy modeli matematycznych mieszania różnorodnych układów nieniutonowskich, ze szczególnym uwzględnieniem płynów o właściwościach reologicznych zmiennych w czasie. Aktualnie, konstruowane są kolejne typy mieszadeł oraz zbiornik z króćcem służącym do dystrybucji gazu, co umożliwi prowadzenie badań również w układach trójfazowych (na przykład układy: ciało stałe – ciecz – gaz).

Nieskomplikowana konstrukcja i łatwe do skompletowania i wykonania elementy stanowiska, a co za tym idzie ich relatywnie niewielki koszt, w połączeniu z odpowiednimi wirtualnymi narzędziami obliczeniowymi pozwalają na wykonywanie badań mieszania płynów o właściwościach reologicznych zmiennych w czasie w szerokim zakresie zmian parametrów procesowych.

## LITERATURA

- [1] CULLEN P.J. 2009. Food Mixing: Principles and Applications. John Wiley & Sons Ltd, 1-4.
- [2] GAMONPILAS C., W. PONGJARUVAT W., FUONGFUCHAT A., METHACANON P., SEETAPAN N., THAMJEDSADA N. 2011. Physicochemical and rheological characteristics of commercial chili sauces as thickened by modified starch or modified starch/xanthan mixture. Journal of Food Engineering, nr 105, 233-240.
- [3] GOMEZ-DIAZ D., NAVAZA J.M. 2004. Rheology of food stabilizers blends. Journal of Food Engineering, nr 64, 143-149.
- [4] KUNCEWICZ Cz. 2012. Mieszanie cieczy wysoko-lepkich. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 28.
- [5] LI Y.M., XU G.Y., XIN X., CAO X.R., WU D. 2008. Dilational surface viscoelasticity of hydroxypropyl methylcellulose and CnTAB at air-water surface. Carbohydrate polymers, nr 72, 211-221.
- [6] MARTINEZ-PADILLA L.P., CORNEJO-ROMERO L., CRUZ-CRUZ C.M., JAQUEZ-HUACUJA C.C. 1998. Rheological characterization of a model food suspension containing disc using three different geometries. Journal of Food Process Engineering, nr 22, 55-79.
- [7] PIKOŃ J. 1979. Podstawy konstrukcji aparatury chemicznej. Cz. II. Elementy aparatury chemicznej. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 415-419.
- [8] SARKER M.Z.I., ABD ELGADIR M., FERDOSH S., AKANDA M.J.H., ADITIAWATI P., NODA T. 2013. Rheological behavior of starch-based biopolymer mixtures in selected processed foods. Starch, nr 65, 73-81.
- [9] SHEHZAD A., HIRON H., DELLA VALLE G., LAMRINI B., LOURDIN D. 2012. Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer. Journal of Food Engineering, nr 110, 60-70.
- [10] DA SILVA COUTINHO M., FERNANDES DA SILVA D.C., XAVIER G.R., RUMJANEK N.G., DE OLIVEIRA P.J. 2012. Rheological and Morphological Properties of Carboxymethylcellulose/Starch Blends with or without ZnO and Their Applications as Inoculant Carrier. Macromolecular Symposia nr 319, 222-229.
- [11] STREK F. 1971. Mieszanie i mieszalniki. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 51-73.

Dr Anna WRZODAK  
Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Warzyw  
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach  
Prof. dr hab. Marek GAJEWSKI  
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu  
SGGW w Warszawie

## WPŁYW 1-METYLOCYKLOPROPENU (1-MCP) NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ OWOCÓW POMIDORA ODMIANY FAUSTINE F<sub>1</sub><sup>®</sup>

Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on nutritional quality  
of tomato fruit CV. Faustine F<sub>1</sub><sup>®</sup>

*Przedstawione w artykule badania dotyczyły wpływu 1-MCP na zmiany zawartości niektórych związków biologicznie czynnych w przechowywanych owocach pomidora. Pomidory odmiany Faustine F<sub>1</sub> były zebrane w stadium dojrzałości: „zielone wyrośnięte” i „czerwone”. Owoce traktowane 1-metylocyklopropenem (1-MCP) w stężeniach 1,0 μL<sup>-1</sup> i 2,0 μL<sup>-1</sup> oraz kontrolne – nie traktowane, przechowywano w normalnej atmosferze w temperaturze 12,5°C i 20°C przy wilgotności względnej powietrza 85-90%. Bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania, wykonano analizy zawartości likopenu, witaminy C i polifenoli. Uzyskane wyniki wskazują na istotny wpływ traktowania 1-MCP oraz fazy dojrzałości owoców na zawartość wymienionych związków chemicznych w owocach pomidora.*

*Experiments on the influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the quality of tomato fruit were conducted. Tomatoes of cv. Faustine F<sub>1</sub> were grown in field condition and harvested at two stages of maturity (mature green and full-red) were treated after harvest with 1-MCP in concentrations of 1.0 μL<sup>-1</sup> or 2.0 μL<sup>-1</sup> for 21 hours at 20°C. Then stored for 4 weeks 12.5°C or 20°C and 85-90% RH. Lycopene, phenolics and vitamin C contents before and after storage of the fruit were analyzed. Contents of lycopene, vitamin C and phenolics was significantly dependent on 1-MCP treatment and stages of maturity.*

### WPROWADZENIE

W celu zachowania bardzo dobrej jakości owoców pomidora konieczne jest stosowanie nowych technologii przechowywania oraz zachowanie optymalnych warunków przechowywania owoców, pozwalających na zmniejszenie tempa zachodzących procesów pozbiorczych, takich jak oddychanie, transpiracja i starzenie się [3, 4, 12]. Na podstawie danych literaturowych i z badań własnych wynika, że traktowanie pozbiorcze pomidorów 1-metylocyklopropenem (1-MCP) pozwala nie tylko przedłużyć ich okres przechowywania, transportu i obrotu handlowego z zachowaniem wysokiej jakości, ale również zastąpić składowanie w zmodyfikowanej lub kontrolowanej atmosferze [8, 27]. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie dochodów producentów pomidorów.

Producenci zbierają pomidory głównie w fazie owoców „zielonych wyrośniętych”, co jest podyktowane koniecznością minimalizacji ryzyka uszkodzeń w czasie transportu i obrotu handlowego. Jednak zbiór owoców w tak wczesnych fazach dojrzałości, a następnie dojrzewanie ich w pomieszczeniach przechowalniczych skutkuje ich gorszą jakością sensoryczną związaną z niską intensywnością zapachu i smaku pomidorowego. Traktowanie owoców 1-MCP hamuje proces dojrzewania na poziomie fizjologicznym i molekularnym pomidorów będących w różnych fazach dojrzałości,

a nawet wybarwionych [17, 15]. Według Huber [18] owoce pomidorów powinny być traktowane 1-MCP w momencie, gdy został w nich rozpoczęty proces dojrzewania, ponieważ pozwala to osiągnąć ich wysoką jakość sensoryczną.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących zmian zawartości wybranych składników chemicznych owoców pomidora poddanych działaniu 1-MCP w zależności od fazy dojrzałości i temperatury przechowywania.**

### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiła heterozyjna odmiana pomidora szklarniowego Faustine F<sub>1</sub> TmVF<sub>2</sub>N, odporna na wirusa mozaiki tytoniu (Tm), *Verticillium* (V), *Fusarium* rasy 1 i 2 (F<sub>2</sub>) oraz nicienie (N). Jest to odmiana średnio wczesna, plenna o bardzo silnym wroście, ale luźnym pokroju. Wykształca owoce o masie 150-160 g, bardzo twarde, ładnie wybarwiające się i zachowujące długo świeżość po zbiorze. Odmiana jest polecana do upraw tunelowych oraz polowych przy paliku.

Materiał do badań pochodził od producenta z miejscowości Poładowo koło Śmigła. Pomidory były uprawiane w polu przy palikach z zastosowaniem standardowych zabiegów agrotechnicznych.

**Czynnikami doświadczenia były:**

Czynnik A – stadium dojrzałości owoców pomidora:

a1 – „zielone wyrośnięte”

a2 – „czerwone”.

Czynnik B – stężenie 1-MCP:

b1 – 1,0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

b2 – 2,0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

b3 – kontrola – owoce nie traktowane 1-MCP.

Owoce były traktowane 1-MCP przez 21 godzin w temperaturze 18-20°C.

Czynnik C – temperatura przechowywania:

c1 – 12,5°C

c2 – 20°C.

Pomidory traktowane 1-MCP i kontrolne przechowywano w normalnej atmosferze w dwóch wartościach temperatury, przy wilgotności względnej powietrza 85-90%. Każdy obiekt składał się z 4 powtórzeń po 20 owoców, w układzie całkowicie losowym. W oddzielnych skrzynkach były składowane owoce przeznaczone do pomiarów fizyko-chemicznych i analiz sensorycznych. Pomidory we wszystkich obiektach były ułożone w skrzynkach, w pojedynczej warstwie i przykryte folią polietylenową.

Analizy chemiczne na zawartość witaminy C, likopenu i polifenoli w owocach pomidorów przeprowadzono bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania:

- likopen, oznaczano zmodyfikowaną metodą Saniewskiego i Czapskiego [24]; wyniki podano w  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  św.m.,
- witaminę C, oznaczano metodą Tillmansa wg. Charłampowicz [10]; wyniki wyrażono w miligramach witaminy C na 100 g świeżej masy (św.m.).
- polifenole oznaczano metodą według Emmonsa i in. [11]; wyniki podano w  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  św.m.

Do analiz chemicznych pobierano owoce ze wszystkich kombinacji, bezpośrednio po zbiorze i po 4 tygodniach przechowywania. Próbę stanowiło od 10 do 15 owoców z każdej kombinacji. Owoce do analiz dzielono na ćwiartki, rozdrabniano i losowo tworzone z nich próbkę laboratoryjną.

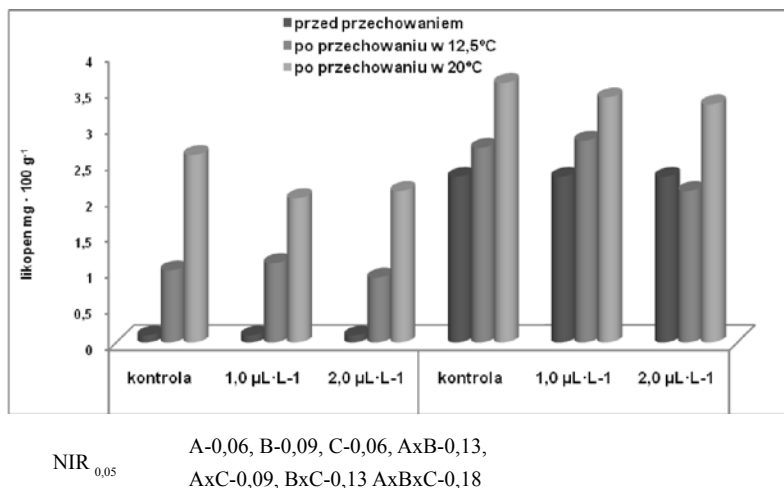
Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji w 3-czynnikowym modelu kompletnie losowym. Porównania wielokrotne średnich dla kombinacji przeprowadzono za pomocą testu Tukey'a przy poziomie istotności  $\alpha = 0.05$ . Analiza statystyczna została wykonana za pomocą pakietu STATISTICA wersja 10.

**WYNIKI I DYSKUSJA**

Zawartość likopenu w owocach pomidora przedstawiono na rysunku 1. W owocach analizowanych bezpośrednio po zbiorze zanotowano likopen na poziomie 0,1  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  dla owoców zebranych w fazie dojrzałości „zielone wyrośnięte” i 2,3  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  dla owoców zebranych w fazie „czerwone”. Zawartość likopenu w pomidorach bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu była stosunkowo niska w porównaniu do wartości podawanych w literaturze przez Leonard i in. [22], Sass-Kiss i in. [25], Abushita i in. [1].

Rezultat ten można tłumaczyć różnicami pomiędzy badanymi odmianami. W pomidorach obu odmian poddanych działaniu 1-MCP stwierdzono istotnie niższą zawartość likopenu w porównaniu do owoców nie traktowanych. Istotny wpływ na zawartość likopenu w owocach miała faza dojrzałości w czasie zbioru owoców i temperatura przechowywania. Wyższą zawartość tego związku zanotowano w owocach zebranych w fazie „czerwone”, a następnie przechowywanych w temperaturze 20°C, niż w owocach zebranych w fazie „zielone wyrośnięte” po przechowaniu w temperaturze 12°C. Najwyższą zawartość likopenu w pomidorach zanotowano w owocach zebranych w fazie „czerwone” przechowywanych w temperaturze 20°C (3,6  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ). Zawartość likopenu w owocach pomidora zależy od wielu czynników przed i pozbiorczych, na co wskazują Brandt i in. [6], Kozukue i Friedman [21], Zdravkovic i in. [28], Hallmann i Rembiałkowska [16], w tym od temperatury przechowywania Toor i Savage [26]. Według Toor i Savage [26] średnia zawartość likopenu w pomidorach przechowywanych w temperaturach 15 i 25°C przez 10 dni była niemal dwukrotnie wyższa (7,5  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ) niż w owocach składowanych w temperaturze 7°C (3,2  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ). Również Ajlouni i in. [5] stwierdzili, że zawartość likopenu w pomidorach wzrasta podczas przechowywania przez 14 dni w temperaturze 22°C z 3,6  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  do 9,0  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ . Niską akumulację likopenu i opóźnioną degradację chlorofilu spowodowaną traktowaniem 1-MCP owoców pomidora w różnych fazach dojrzałości podczas przechowywania odnotowali również Ilić i in. [19] oraz Wang i in. [27]. Według Gu i in. [14] wpływ na zwiększenie zawartości likopenu w pomidorach ma etylen, w związku z tym można przypuszczać, że hamowanie wytwarzania etylenu przez traktowanie owoców 1-MCP jest jedną z przyczyn opóźniających gromadzenie się likopenu w owocach.

Wartość biologiczna owoców pomidora wynika między innymi z zawartości witaminy C i polifenoli w owocach. Związki te wykazują zdolność do wymiatania wolnych rodników i zapobiegania zmianom oksydacyjnym w organizmie człowieka [26]. Świeżo zebrane owoce pomidorów odmiany Faustine F<sub>1</sub> różniły się pod względem zawartości witaminy C w zależności od fazy dojrzałości (odpowiednio 5,7  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  dla owoców „zielonych wyrośniętych” i 10,0  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$



**Rys. 1. Zawartość likopenu w pomidorach odmiany Faustine F<sub>1</sub>.**  
**Fig. 1. The content of lycopene in tomato fruit cv. Faustine F<sub>1</sub> (mg·100g<sup>-1</sup> fresh material).**

**Źródło:** Badania własne

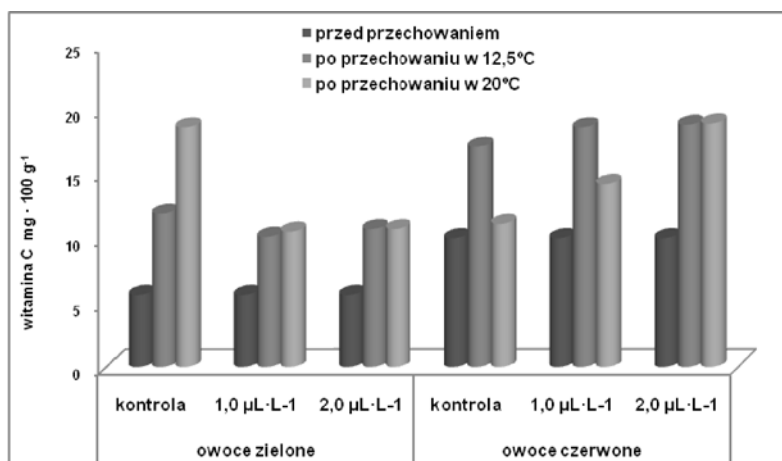


dla owoców „czerwonych”) (rys. 2). W miarę dojrzewania przechowywanych pomidorów zawartość witaminy C w owocach zwiększała się w stosunku do wartości początkowych, co jest zgodne z wynikami prac Wang i in. [27], Abushita i in. [2], Giovanelli i in. [9, 13]. Wyniki pracy jednoznacznie wskazują, że najwyższą zawartość witaminy C uzyskano w owocach nie traktowanych 1-MCP. Pomidory zebrane w stadium dojrzałości „czerwone” i przechowywane w temperaturze 20°C zawierały więcej witaminy C niż owoce zebrane w fazie „zielone wyrosnięte” po przechowaniu w temperaturze 12,5°C. Odmienne wyniki uzyskali Wang i in. [27], którzy obserwowali istotnie większą zawartość witaminy C w pomidorach traktowanych 1-MCP w stężeniu 1,0 µL<sup>-1</sup>, w porównaniu do owoców nie traktowanych. Wyniki Wang i in. [27] są poparte innymi pracami dotyczącymi korzystnego działania 1-MCP na zawartość witaminy w soku pomidorowym [8], w owocach brzoskwini [23] i owocach głożyny [20].

Analizując zawartość polifenoli w owocach pomidora bezpośrednio po zbiorze odnotowano różnice w owocach zebranych w dwóch fazach dojrzałości (rys. 3). „Czerwone” owoce odmiany Faustine F<sub>1</sub> zawierały więcej polifenoli (28,9 mg·100 g<sup>-1</sup>), niż owoce „zielone wyrosnięte” (18,1 mg·100 g<sup>-1</sup>). Zawartość polifenoli wykazywała tendencję wzrostową podczas przechowywania dla owoców zebranych w obu fazach dojrzałości, co potwierdza wcześniejsze badania Cano i in. [7], którzy obserwowali proces akumulacji związków fenolowych w owocach w miarę ich dojrzewania. Stwierdzono istotny wpływ traktowania 1-MCP owoców na zmiany zawartości polifenoli. Wyniki przechowywania owoców Faustine F<sub>1</sub> wskazują, że najwyższą zawartość fenoli uzyskano w owocach traktowanych 1-MCP w stężeniu 2,0 µL·L<sup>-1</sup>. Pomidory badanej odmiany Faustine F<sub>1</sub> zebrane w stadium dojrzałości „czerwone” i przechowywane w temperaturze 20°C miały istotnie więcej fenoli rozpuszczalnych (44,7 mg·100 g<sup>-1</sup>) niż owoce zebrane w fazie „zielone wyrosnięte” przechowane w tej samej temperaturze (35,1 mg·100 g<sup>-1</sup>). Wykazany wpływ traktowania pomidorów 1-MCP na zawartość fenoli rozpuszczalnych w owocach znajduje potwierdzenie w wynikach doświadczeń Wang i in. [27]. Autorzy w swojej pracy zanotowali o 13% wyższą zawartość fenoli w owocach traktowanych 1-MCP niż w owocach kontrolnych, po 12 dniach przechowywania wynosiła ona około 41 mg·100 g<sup>-1</sup>.

### WNIOSKI

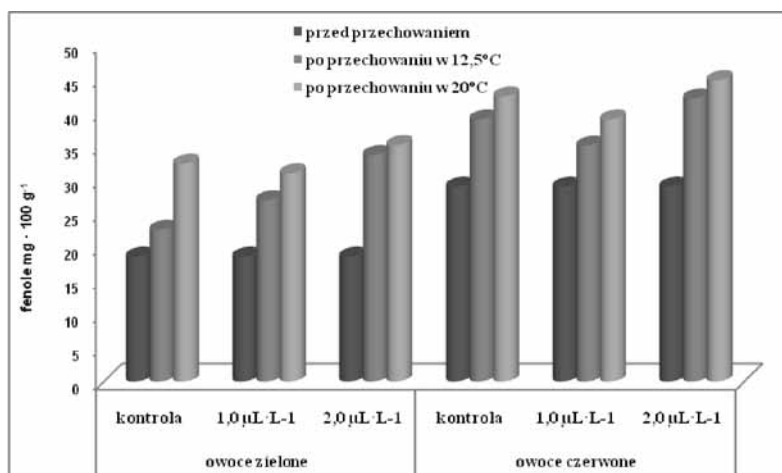
1. W czasie przechowywania w owocach pomidorów następował stopniowy wzrost zawartości likopenu, witaminy C, i polifenoli, zarówno w obiektach kontrolnych jak i traktowanych 1-MCP.
2. Owoce pomidora poddane działaniu 1-MCP charakteryzowały się po przechowaniu niższą zawartością likopenu i witaminy C niż owoce nie traktowane 1-MCP. Zmiany te były mniejsze w przypadku owoców zebranych w fazie owocu „czerwonego”, niż zebranych w fazie owocu



NIR<sub>0,05</sub> A-0,02, B-0,04, C-0,02, Ax B-0,05, Ax C-0,03, Bx C-0,05, Ax Bx C-0,07

**Rys. 2. Zawartość witaminy C w pomidorach odmiany Faustine F<sub>1</sub>.  
Fig. 2. The content of vitamin C in tomato fruit cv. Faustine F<sub>1</sub> (mg·100g<sup>-1</sup> fresh material).**

Źródło: Badania własne



N I R<sub>0,05</sub> A-0,22, B-0,34, C-0,22, Ax B-0,48, Ax C-0,32, Bx C-0,48, Ax Bx C-0,67

**Rys. 3. Zawartość polifenoli w pomidorach odmiany Faustine F<sub>1</sub>.  
Fig. 3. The content of phenolics in tomato fruit cv. Faustine F<sub>1</sub> (mg·100g<sup>-1</sup> fresh material).**

Źródło: Badania własne

„zielonego – wyrosniętego”. Zawartość likopenu w owocach traktowanych 1-MCP była wyższa po przechowywaniu w temperaturze 20°C w porównaniu do przechowywania w temperaturze 12,5°C.

3. Najwyższą zawartością polifenoli charakteryzowały się pomidory zebrane w fazie owocu „czerwonego”, po przechowywaniu w temperaturze 20°C, a najniższą zawartością pomidory zebrane w fazie owocu „zielonego – wyrosniętego”, po przechowaniu w temperaturze 12,5°C.

### LITERATURA

[1] ABUSHITA A.A., DAOOD H.G., BIACS P.A. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. Journal Agriculture Food Chemistry 48, 2075-2081.

- [2] **ABUSHITA A.A., HEBHSI E.A., DAOOD H.G., BIACS P.A. 1997.** *Determination of antioxidant vitamins in tomatoes.* Food Chemistry 60, 207-212.
- [3] **ADAMICKI F. 1991.** Wpływ temperatury i kontrolowanej atmosfery na przechowywanie, dojrzewanie i jakość owoców pomidorów. Praca habilitacyjna, Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach.
- [4] **ADAMICKI F., CZERKO Z. 2002.** Przechowalniczość warzyw i ziemniaka. PWRiL. Poznań.
- [5] **AJLUNI S., KREMER S., MASIH L. 2001.** *Lycopene content in hydroponic and non-hydroponic tomatoes during postharvest storage.* Food Australia 53, 195-196.
- [6] **BRANDT S., PEK Z., BARNA E., LUGASIA., HELYES L. 2006.** *Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions.* Journal of Science of Food and Agriculture 86, 568-572.
- [7] **CANO A., ACOSTA M., ARNO M.B. 2003.** *Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill.).* Postharvest Biology Technology 28, 59-65.
- [8] **CHARANJIT K., BINOY G., DEEPA N., SEEMA J., KAPOOR H.C. 2007.** *Viscosity and quality of tomato juice as affected by processing methods.* Journal Food Quality 30, 864-877.
- [10] **CHARŁAMPOWICZ Z. 1966.** Analizy przetworów z owoców, warzyw i grzybów. WPLiZ Warszawa.
- [11] **EMMONS C.L., PETERSON D.M., PAUL G.L. 1999.** *Antioxidant capacity of oat (Avena sativa L.) extracts. 2. In vitro antioxidant activity and contents of phenolic and tools antioxidants.* Journal Agriculture Food Chemistry 47, 4894-4898.
- [12] **GAJEWSKI M. 2001.** Przechowalniczość warzyw. Wydawnictwo SGGW.
- [13] **GIOVANELLI G., LAVELLI V., PERI C., NOBILI S. 1999.** *Variation in antioxidant components of tomato during vine and postharvest ripening.* Journal Science Agriculture 79, 1583-1588.
- [14] **GU C., XI Y., GUAN J., LI G. 2003.** *Effects of Ca<sup>2+</sup>/CaM messenger system inhibitions on ethylene-induced increase in lycopene content.* Agriculture Science of China 2, 1387-1392.
- [15] **GULLÉN F., CASTOLLO S., ZAPATA P.J., MARTÍNEZ-ROMERO D., VALERO D., SERRANO M. 2006.** *Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit. Effect of cultivar and ripening stage at harvest.* Postharvest Biology Technology 42, 235-242.
- [16] **HALLMANN E., REMBIAŁKOWSKA E. 2007.** *Comparison of the nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional production in Poland.* Pp: 131-134. In: Improving sustainability in organic and low input food production systems. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Congress of the European Integrated Project Quality Low Input Food (QLIF) (U. Niggli, C. Leifert, T. Alfoldi, L. Luck, H. Willer ed) University of Hohenheim, Germany.
- [17] **HOBERICHTS F.A., VAN DER PLAS L.H.W., WOLTERING E.J. 2002.** *Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening.* Postharvest Biology and Technology 26, 125-133.
- [18] **HUBER D.J. 2008.** *Suppression of ethylene responses through application of 1-methylcyclopropene: a powerful tool for elucidation ripening and senescence mechanisms in climacteric and nonclimacteric fruits and vegetables.* Hortscience 43, 106-111.
- [19] **ILIĆ Z.S., MARINKOVIĆ D., TRAJKOWIĆ R., ŠUNIĆ L., PERZELAN Y., ALKALAI-TUVIA S., FALLIK E. 2013.** *Effect of 1-methylcyclopropene on the antioxidant capacity and postharvest quality of tomato fruit.* African Journal Biotechnology vol. 12 (6), 547-553.
- [20] **JIANG W., SHENG Q., JIANG Y., ZHOU X. 2004.** *Effects of 1-methylcyclopropene and gibberellic acid on ripening of Chinese jujube (Zizyphus jujube M.).* Journal of the Science of Food and Agriculture 84, 31-35.
- [21] **KOZUKUE N., FRIDMAN M. 2003.** *Tomatine, chlorophyll, β-carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation.* Journal of the Science of Food and Agriculture 83, 195-200.
- [22] **LEONARDI C., AMBROSINO P., ESPOSITO F., FOGLIANO V. 2000.** *Antioxidant activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes.* Journal of Agricultural and Food Chemistry 48, 4723-4727.
- [23] **LIU H., JIANG W., ZHOU L., WANG B., LUO Y. 2007.** *The effects of 1-methylcyclopropene on peach fruit (Prunus persica L. cv. Jiubao) ripening and disease resistance.* International Journal of Food Science and Technology 40, 11-17.
- [24] **SANIEWSKI M., CZAPSKI J. 1983.** *The effect of methyl jasmonate on lycopene and β-carotene accumulation in ripening red tomatoes.* Experientia 39, 1373-1374.
- [25] **SASS-KISS A., KISS J., MILOTAY P., KEREK M.M., TOTH-MARKUS M. 2005.** *Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruit and vegetables.* Food Research International 38, 1023-1029.
- [26] **TOOR R.K., SAVAGE G.P. 2006.** *Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage.* Food Chemistry 99, 724-727.
- [27] **WANG M., CAO JK., LIN L., SUN J., JIANG W. 2010.** *Effect of 1-methylcyclopropene on nutritional quality and antioxidant activity of tomato fruit (Solanum lycopersicon L.) during storage.* Journal Food Quality 33, 150-164.
- [28] **ZDRAVKOVIĆ J., MARKOVIĆ Z., ZDRAVKOVIĆ M., DAMJANOWIĆ M., PAVLOVIĆ N. 2007.** *Relation of mineral nutrition and content of lycopene and β-carotene in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) fruits.* Acta Horticulturae 729, 345-352.

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

# METODA TWORZENIA TRÓJWYMIAROWYCH MODELI ZEWNĘTRZNEGO KSZTAŁTU JAJA KURZEGO ZA POMOCĄ MATEMATYCZNEGO OPISU KONTURÓW POPRZECZNYCH PRZEKROJÓW®

Method for creating three-dimensional models of the external shape of the egg chicken with the mathematical description of the contours of transverse sections®

**Słowa kluczowe:** jajo kurze, przekroje, zewnętrzny kształt, bryła 3D, model matematyczny.

Opracowano matematyczny model zewnętrznego kształtu jaja kurzego, w którym kontury poprzecznych przekrojów opisano elipsami. Zaproponowano dwa sposoby opisu kształtu zewnętrznego jaja kurzego. Pierwszy sposób polega na pomiarze suwmiarką długości, szerokości i grubości jaja. Wymiary elips na poprzecznych przekrojach, rozmieszczonych co 5 mm w przedziale od 0 do 60 mm, określono współczynnikami  $\alpha$  i  $\beta$  pomniejszającymi zmierzone wymiary szerokości i grubości. W drugim sposobie wykorzystano wyskalowane cyfrowe obrazy wzdłużnych rzutów jaja na płaszczyzny  $XZ$  i  $YZ$ . Długości osi wielkich i małych elips przybliżających kontury poprzecznych przekrojów jaja zmierzono z wykorzystaniem programu Corel Draw. Elipsy opisano równaniami parametrycznymi. Współrzędne  $x$ ,  $y$ ,  $z$  punktów leżących na konturach poprzecznych przekrojów jaja zapisano w macierzach  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  i  $XA$ ,  $YA$ ,  $ZA$ . Macierze posłużyły do wizualizacji modeli brył jaja kurzego wykonanych w programie Mathcad. Proponowana metoda nie uwzględnia wewnętrznej budowy jaja.

**Key words:** egg chicken, transverse sections, the external shape, solid 3D, mathematical model.

The mathematical model developed ovalbumin external shape, wherein the transverse sections contours of the ellipses are described. Proposed two ways of describing the shape of the external egg chicken. The first way is to caliper measurements of length, width and thickness of the egg. Dimensions of the transverse sections of ellipses, spaced 5 mm in the range of 0 to 60 mm, and the determined coefficients  $\alpha$ ,  $\beta$  decreasing measured width and thickness. In the second method uses a digital image scaled longitudinal projections eggs  $XZ$  and  $YZ$  planes. The length of the axis of the great and the small axis of the ellipse approximating the contours of transverse sections of the eggs was measured using Corel Draw. Ellipses are described parametric equations. Coordinates  $x$ ,  $y$ ,  $z$  points lying on the contours of transverse sections of eggs stored in arrays  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , and  $XA$ ,  $YA$ ,  $ZA$ . The arrays were used to visualize solid models ovalbumin made in the program Mathcad. The proposed method does not take into account the internal structure of the egg.

## WSTĘP

Jaja kurze stanowią cenny surowiec dla przemysłu spożywczego i gospodarstw domowych. W Polsce w 2012 r. ich produkcja wynosiła, jak podaje Mały Rocznik Statystyczny Polski [9], 9537 mln szt. W ostatnich latach nastąpił spadek produkcji jaj kurzych o 1587 mln szt. w stosunku do 2010 r. W produkcji jaj oraz w procesach ich przetwarzania stosuje się zautomatyzowane linie technologiczne (Garcia-Alegre i in., [4, 5, 6], Patel i in., [12]). Informacja o ich właściwościach geometrycznych jest konieczna przy podejmowaniu decyzji podczas projektowania nowych maszyn i urządzeń. Dokładność zapisu trójwymiarowej geometrii obrazów zewnętrznych lub wewnętrznych jaj zależy od tego, w jakim celu jest wykorzystywany model.

W literaturze spotyka się różne metody opisu geometrii materiałów pochodzenia rolniczego. Frączek i Wróbel

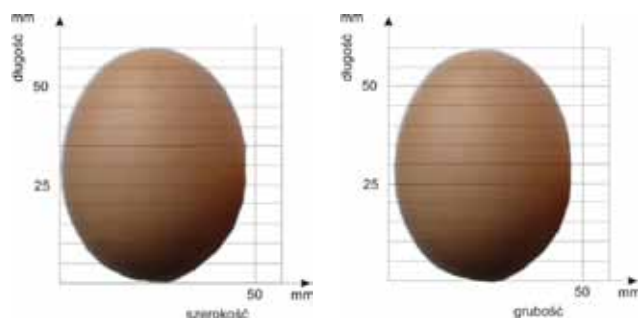
[3] opracowali metodę rekonstrukcji 3D nasion, polegającą na wykonaniu dużej liczby przekrojów nasiona zatopionego w żywicy. Każdy przekrój poddawano komputerowej analizie obrazu. Uzyskane obrazy stanowiły podstawę budowy modelu 3D. Podobną metodę zaproponowali Weres [14], Anders i in. [1], którzy do rekonstrukcji kształtu pieczywa zastosowali skaner 3D. Również Smykła [13] metodę budowy geometrycznych modeli opisał na podstawie skanowanych przekrojów. Mabille i Abecassis [10], Gielis [7], Gielis i Gerats [8] proponują metody matematycznego modelowania, które można wykorzystać do opisu kształtu brył surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Do modelowania kształtu surowców pochodzenia roślinnego Mieszkalski [11] zastosował parametryczną krzywą przestrzenną.

Kształt przekroju jaja kurzego, jak twierdzą Budryn i Krysiak [2], jest zbliżony do elipsy.

Celem artykułu jest przedstawienie opracowanej matematycznej metody modelowania zewnętrznego kształtu jaja kurzego za pomocą opisu konturów jego poprzecznych przekrojów.

## OPIS METOD

Przedmiotem modelowania było jajo kurze o następujących wymiarach: długość 60 mm, szerokość 47 mm, grubość 46 mm. Trójwymiarowe modele zewnętrznego kształtu jaja kurzego utworzono za pomocą poprzecznych przekrojów, których kontury stanowiły elipsy. Zaproponowano dwa sposoby opisu kształtu zewnętrznego jaja kurzego. W pierwszym zmierzono suwmiarką (dokładność do 0,1 mm) długość, szerokość i grubość jaja. Wymiary elips na poprzecznych przekrojach rozmieszczonych co 5 mm w przedziale od 0 do 60 mm określano za pomocą współczynników  $\alpha$  i  $\beta$  pomniejszających zmierzone wymiary szerokości i grubości. W drugim sposobie wykorzystano wyskalowane cyfrowe obrazy wzdłużnych rzutów jaja na płaszczyzny  $XZ$  i  $YZ$ . Sfotografowane obrazy jaja wczytano do programu Corel Draw i umieszczono w układzie współrzędnych, dokonując skalowania obrazu. Podczas pomiaru pomocne były linie poziome będące śladami płaszczyzn, na których leżały kontury poprzecznych przekrojów jaja (rys.1). Za pomocą programu Corel Draw dokonano pomiaru współrzędnych punktów leżących na przecięciu konturu jaja z liniami poziomymi układu współrzędnych. Na podstawie informacji o położeniu punktów leżących na konturze jaja, w znanej odległości między poszczególnymi przekrojami, wyznaczono długości osi wielkich i małych elips przypisanych do wyznaczonych przekrojów. Poprzeczne przekroje były rozmieszczone co 5 mm w przedziale od 0 do 60 mm. Elipsy opisano równaniami parametrycznymi. Współrzędne  $x$ ,  $y$ ,  $z$  punktów leżących na konturach poprzecznych przekrojów zapisało w macierzach  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  i  $XA$ ,  $YA$ ,  $ZA$ , które posłużyły do wizualizacji modeli brył jaja kurzego wykonanych za pomocą programu Mathcad. W zaproponowanej metodzie nie uwzględniono wewnętrznej budowy jaja.



Rys. 1. Rzuty jaja na płaszczyzny  $XZ$ ,  $YZ$ .

Fig. 1. A throw eggs on the plane  $XZ$ ,  $YZ$ .

Źródło: Opracowanie własne

## MODEL BRYŁY JAJA ZBUDOWANY Z ELIPS O DŁUGOŚCIACH OSI WYZNACZONYCH ZA POMOCĄ WSPÓŁCZYNNIKÓW $\alpha$ i $\beta$

Równania parametryczne elips opisujące kontury poprzecznych przekrojów jaja kurzego mają następującą postać:

$$X_{ni,j} = \frac{An}{2} \cdot \cos(\theta_i) \quad (1)$$

$$Y_{ni,j} = \frac{Bn}{2} \cdot \sin(\theta_i) \quad (2)$$

$$Z_{ni,j} = Cn \quad (3)$$

gdzie:  $n$  – numer kolejnego przekroju,  $n = [1, 2, \dots, 15]$

Liczbę wierszy i kolumn w macierzy ustalono wyrażeniem:

$$i = j = 0 \dots N \quad (4)$$

gdzie:  $N$  – rozmiar macierzy (przyjęto  $N = 60$ ),

$i$  – liczba wierszy,

$j$  – liczba kolumn.

Współrzędne punktów konturów danego poprzecznego przekroju zależą od kąta  $\theta$ . Wektor kąta  $\theta$  ma postać:

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

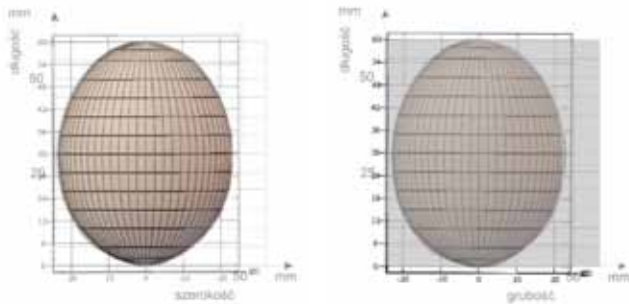
W macierzy 6 zapisano położenia poprzecznych przekrojów, długości osi wielkich i małych elips określonych współczynnikami  $\alpha$  i  $\beta$ :

$$\begin{bmatrix} C1 & A1 & B1 \\ C2 & A2 & B2 \\ C3 & A3 & B3 \\ C4 & A4 & B4 \\ C5 & A5 & B5 \\ C6 & A6 & B6 \\ C7 & A7 & B7 \\ C8 & A8 & B8 \\ C9 & A9 & B9 \\ C10 & A10 & B10 \\ C11 & A11 & B11 \\ C12 & A12 & B12 \\ C13 & A13 & B13 \\ C14 & A14 & B14 \\ C15 & A15 & B15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & asz \cdot \alpha 1 & bsz \cdot \beta 1 \\ 2 & asz \cdot \alpha 2 & bsz \cdot \beta 2 \\ 5 & asz \cdot \alpha 3 & bsz \cdot \beta 3 \\ 10 & asz \cdot \alpha 4 & bsz \cdot \beta 4 \\ 15 & asz \cdot \alpha 5 & bsz \cdot \beta 5 \\ 20 & asz \cdot \alpha 6 & bsz \cdot \beta 6 \\ 25 & asz \cdot \alpha 7 & bsz \cdot \beta 7 \\ 30 & asz \cdot \alpha 8 & bsz \cdot \beta 8 \\ 35 & asz \cdot \alpha 9 & bsz \cdot \beta 9 \\ 40 & asz \cdot \alpha 10 & bsz \cdot \beta 10 \\ 45 & asz \cdot \alpha 11 & bsz \cdot \beta 11 \\ 50 & asz \cdot \alpha 12 & bsz \cdot \beta 12 \\ 55 & asz \cdot \alpha 13 & bsz \cdot \beta 13 \\ 58 & asz \cdot \alpha 14 & bsz \cdot \beta 14 \\ 60 & asz \cdot \alpha 15 & bsz \cdot \beta 15 \end{bmatrix} \quad (6)$$

W macierzy 7 zapisano wartości współczynników  $\alpha$  i  $\beta$ , od których zależą długości osi wielkich i małych elips. Wartości współczynników  $\alpha$  i  $\beta$ , odgrywające rolę wag, wyznaczają się interakcyjnie w zależności od kształtu jaja, wykorzystując do tego celu programy Corel Draw i Mathcad. Po wstawieniu elementów macierzy 6 kolejno do równań 1, 2, 3 otrzymuje się macierze  $X1 \dots X15$  z zapisem współrzędnych  $x$  dla elips leżących na poprzecznych przekrojach jaja, macierze  $Y1 \dots Y15$  z zapisem współrzędnych  $y$  i macierze  $Z1 \dots Z15$  z zapisem współrzędnych  $z$ . Po połączeniu kolumn macierzy  $X1 \dots X15$  uzyskuje się macierz  $X$ , po połączeniu kolumn macierzy  $Y1 \dots Y15$  macierz  $Y$ , a po połączeniu kolumn macierzy  $Z1 \dots Z15$  macierz  $Z$ . Przygotowane w ten sposób macierze  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  służą do wizualizacji modelu bryły jaja zbudowanego z elips o długościach osi wyznaczonych za pomocą współczynników  $\alpha$  i  $\beta$ .

$$\begin{matrix}
 \alpha_1 & \beta_1 \\
 \alpha_2 & \beta_2 \\
 \alpha_3 & \beta_3 \\
 \alpha_4 & \beta_4 \\
 \alpha_5 & \beta_5 \\
 \alpha_6 & \beta_6 \\
 \alpha_7 & \beta_7 \\
 \alpha_8 & \beta_8 \\
 \alpha_9 & \beta_9 \\
 \alpha_{10} & \beta_{10} \\
 \alpha_{11} & \beta_{11} \\
 \alpha_{12} & \beta_{12} \\
 \alpha_{13} & \beta_{13} \\
 \alpha_{14} & \beta_{14} \\
 \alpha_{15} & \beta_{15}
 \end{matrix}
 =
 \begin{matrix}
 0,1 & 0,1 \\
 0,35 & 0,35 \\
 0,544 & 0,547 \\
 0,751 & 0,767 \\
 0,875 & 0,886 \\
 0,95 & 0,953 \\
 0,982 & 0,98 \\
 1 & 1 \\
 0,981 & 0,976 \\
 0,928 & 0,93 \\
 0,85 & 0,842 \\
 0,73 & 0,728 \\
 0,555 & 0,54 \\
 0,38 & 0,38 \\
 0,15 & 0,15
 \end{matrix}
 \quad (7)$$

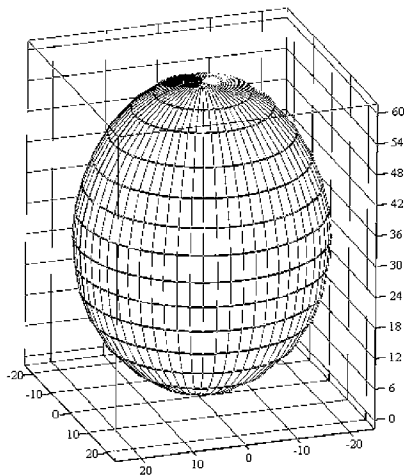
Na rzut *XZ* modelu bryły jaja naniesiono wyskalowany rzut obrazu jaja (rys. 2). Podobnie postąpiono z rzutami na płaszczyznę *YZ*. Gdy kontury modelu i obrazu jaja się pokrywały, uznano, że dobór współczynników wag jest właściwy.



Rys. 2. Rzuty *XZ*, *YZ* modelu bryły jaja i rzuty jego wyskalowanych obrazów.

Fig. 2. A throw *XZ*, *YZ* model solid eggs and throws his scaled images.

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 3. Model bryły jaja zbudowany z elips o długościach osi wyznaczonych za pomocą współczynników  $\alpha$  i  $\beta$ .

Fig. 3. Eggs solid model built with ellipses axis lengths designated by  $\alpha$  and  $\beta$  coefficients.

Źródło: Opracowanie własne

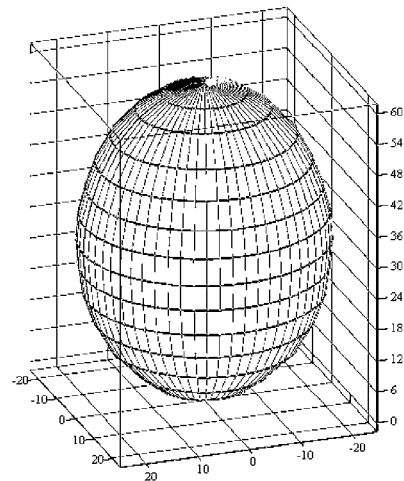
Z rysunku 2 wynika, że kontury rzutów modelu i obrazu jaja się pokrywają, zatem dobór współczynników wag jest prawidłowy.

Na rysunku 3 przedstawiono model bryły jaja zbudowany z elips o długościach osi wyznaczonych za pomocą współczynników  $\alpha$  i  $\beta$ .

### MODEL BRYŁY JAJA ZBUDOWANY Z ELIPS O ZMIERZONYCH DŁUGOŚCIACH OSI

W macierzy 8 zapisano położenia poprzecznych przekrojów oraz zmierzone długości osi wielkich i osi małych elips przypisanych do poprzecznych przekrojów jaja.

$$\begin{matrix}
 C1 & A1 & B1 \\
 C2 & A2 & B2 \\
 C3 & A3 & B3 \\
 C4 & A4 & B4 \\
 C5 & A5 & B5 \\
 C6 & A6 & B6 \\
 C7 & A7 & B7 \\
 C8 & A8 & B8 \\
 C9 & A9 & B9 \\
 C10 & A10 & B10 \\
 C11 & A11 & B11 \\
 C12 & A12 & B12 \\
 C13 & A13 & B13 \\
 C14 & A14 & B14 \\
 C15 & A15 & B15
 \end{matrix}
 =
 \begin{matrix}
 0 & 6 & 5,5 \\
 2 & 17,8 & 17,4 \\
 5 & 25,5 & 25,1 \\
 10 & 35,3 & 35,3 \\
 15 & 41,1 & 40,8 \\
 20 & 44,7 & 43,9 \\
 25 & 46,1 & 45 \\
 30 & 47 & 46 \\
 35 & 46,2 & 44,8 \\
 40 & 43,6 & 42,7 \\
 45 & 40 & 38,8 \\
 50 & 34,4 & 33,4 \\
 55 & 25,1 & 23,8 \\
 58 & 15,9 & 15,1 \\
 60 & 5 & 4,5
 \end{matrix}
 \quad (8)$$



Rys. 4. Model bryły jaja zbudowany z elips o długościach osi pochodzących z pomiarów.

Fig. 4. Eggs solid model built with the ellipses on axis lengths measured.

Źródło: Opracowanie własne

Po wstawieniu elementów macierzy 8 kolejno do równań 1, 2, 3 otrzymuje się macierze  $XA1 \dots XA15$  z zapisem współrzędnych  $x_A$  dla elips leżących na przekrojach jaja, macierze  $YA1 \dots YA15$  z zapisem współrzędnych  $y_A$  i macierze  $ZA1 \dots ZA15$  z zapisem współrzędnych  $z_A$ . Po połączeniu kolumn

macierzy  $X_{A1} \dots X_{A15}$  otrzymuje się macierz  $X_A$ , po połączeniu kolumn macierzy  $Y_{A1} \dots Y_{A15}$  macierz  $Y_A$ , a po połączeniu kolumn macierzy  $Z_{A1} \dots Z_{A15}$  macierz  $Z_A$ . Przygotowane w ten sposób macierze  $X_A$ ,  $Y_A$ ,  $Z_A$  służą do wizualizacji modelu bryły jaja zbudowanego z elips o długościach osi pochodzących z pomiarów.

$$\begin{bmatrix} \max(X_1) - \min(X_1) & \max(Y_1) - \min(Y_1) \\ \max(X_2) - \min(X_2) & \max(Y_2) - \min(Y_2) \\ \max(X_3) - \min(X_3) & \max(Y_3) - \min(Y_3) \\ \max(X_4) - \min(X_4) & \max(Y_4) - \min(Y_4) \\ \max(X_5) - \min(X_5) & \max(Y_5) - \min(Y_5) \\ \max(X_6) - \min(X_6) & \max(Y_6) - \min(Y_6) \\ \max(X_7) - \min(X_7) & \max(Y_7) - \min(Y_7) \\ \max(X_8) - \min(X_8) & \max(Y_8) - \min(Y_8) \\ \max(X_9) - \min(X_9) & \max(Y_9) - \min(Y_9) \\ \max(X_{10}) - \min(X_{10}) & \max(Y_{10}) - \min(Y_{10}) \\ \max(X_{11}) - \min(X_{11}) & \max(Y_{11}) - \min(Y_{11}) \\ \max(X_{12}) - \min(X_{12}) & \max(Y_{12}) - \min(Y_{12}) \\ \max(X_{13}) - \min(X_{13}) & \max(Y_{13}) - \min(Y_{13}) \\ \max(X_{14}) - \min(X_{14}) & \max(Y_{14}) - \min(Y_{14}) \\ \max(X_{15}) - \min(X_{15}) & \max(Y_{15}) - \min(Y_{15}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 & 5,5 \\ 17,8 & 17,4 \\ 25,5 & 25,1 \\ 35,3 & 35,3 \\ 41,1 & 40,8 \\ 44,7 & 43,9 \\ 46,1 & 45 \\ 47 & 46 \\ 46,2 & 44,8 \\ 43,6 & 42,7 \\ 40 & 38,8 \\ 34,4 & 33,4 \\ 25,1 & 23,8 \\ 15,9 & 15,1 \\ 5 & 4,5 \end{bmatrix} \quad (9)$$

W macierzy 9 zamieszczono wyniki obliczeń długości osi elips leżących na poszczególnych przekrojach modelu bryły jaja. Z porównania wyników długości osi elips pochodzących z pomiarów zapisanych w macierzy 8 z wynikami długości osi elips obliczonych na podstawie modelu bryły jaja zapisanych w macierzy 9 wynika, że model z dużą dokładnością odwzorowuje kształt bryły jaja.

## PODSUMOWANIE

Proponowane metody umożliwiają generowanie trójwymiarowych modeli brył jaj kurzych. Modele odwzorowują kształt brył jaj kurzych z wystarczającą dokładnością. Odwzorowaniem konturów poprzecznych przekrojów jaja kurzego może być elipsa. Kształt bryły jaja kurzego można zmieniać przez podanie wymiaru długości, szerokości i grubości jaja oraz dobór współczynników wag  $\alpha$  i  $\beta$  dla elips opisujących kontury poprzecznych przekrojów. Kształt bryły jaja można również odwzorować za pomocą modelu, w którym podstawą jest pomiar wielkich osi i małych osi elips aproksymujących kontury poprzecznych przekrojów jaja.

## LITERATURA

[1] **ANDERS A., KALINIEWICZ Z., MARKOWSKI P. 2012.** *Zastosowanie skanera 3D do pomiarów cech geometrycznych produktów spożywczych na przykładzie pieczywa typu „kajzerka” i „minikajzerka”.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, tom 22/41, 20-24.

[2] **BUDRYN G., KRYSIAK W. 2013.** *Towaroznawstwo artykułów spożywczych. Ocena towaroznawcza jaj. Kolegium Towaroznawstwa. Instytut Chemicznej Technologii Żywności. Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa. Łódź.*

[3] **FRĄCZEK J., WRÓBEL M. 2009.** *Zastosowanie grafiki komputerowej w rekonstrukcji 3D nasion.* Inżynieria Rolnicza, 6(115), 87-94.

[4] **GARCIA-ALEGRE M. C., ENCISO J., RIBEIRO A., GUINEA D. 1997.** *Towards an automatic visual inspection of eggshell defects,* in Proc. Int. Workshop on Robotics and Automated Machinery for Bio-Productions, Gandia, Spain, 51-66.

[5] **GARCIA-ALEGRE M. C., RIBEIRO A., GUINEA D., CRISTOBAL G. 1998.** *Eggshell Defects Detection Based on Color Processing.* International Workshop on Robotics and Automated Machinery for Bio-Productions. Spain, 51-66.

[6] **GARCIA-ALEGRE M. C., RIBEIRO A., GUINEA D., CRISTOBAL G. 2000.** *Color index analysis for automatic detection of eggshell defects,* in Proc. SPIE 3966, 380-387.

[7] **GIELIS J. 2003.** *A generic geometric transformation that unifies a wide range of natural, and abstract shapes.* American Journal of Botany, 90(3), 333-338.

[8] **GIELIS J., GERATS T. 2004.** *A botanical perspective on modeling plants and plant shapes in computer graphics.* International Conference on Computer, Communication and Control Technologies. Austin, Texas.

[9] **Mały Rocznik Statystyczny Polski. 2013.** *Główny Urząd Statystyczny.* Warszawa, Rok LVI.

[10] **MABILLE F., ABECASSIS J. 2003.** *Parametric modelling of wheat grain morphology: a new perspective.* Journal of Cereal Science, 37, 43-53.

[11] **MIESZALSKI L. 2011.** *Metoda matematycznego modelowania kształtu bryły ziarna pszenicy za pomocą parametrycznej krzywej przestrzennej i czterowęzłowej siatki.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 41-45.

[12] **PATEL V. C., MCCLENDON R. W. and GOODRUM J. W. 1998.** *Color Computer Vision and Artificial Neural Networks for the Detection of Defects in Poultry Eggs.* Artificial Intelligence Review, vol.12, 163-176.

[13] **SMYKLA A. 2004.** *Budowa geometrycznych modeli numerycznych o skomplikowanych kształtach na podstawie skanowanych przekrojów.* Przegląd Mechaniczny. Rok wyd. LXIII, zeszyt 3, 21-25.

[14] **WERES J. 2010.** *Informatyczny system pozyskiwania danych o geometrii produktów rolniczych na przykładzie ziarniaka kukurydzy.* Inżynieria Rolnicza. Nr 7(125), 229-238.

Dr inż. Katarzyna TARNOWSKA  
Dr inż. Joanna BRYŚ  
Mgr inż. Katarzyna DUSZAK  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## PRZEESTRYFIKOWANIE MIESZANIN TŁUSZCZU GĘSIEGO Z OLEJEM RZEPAKOWYM W OBECNOŚCI LIPAZY Z *RHIZOMUCOR MIEHEI*<sup>®</sup>

Interesterification of goose fat and rapeseed oil mixtures catalyzed by *Rhizomucor Miehei* lipase<sup>®</sup>

**Słowa kluczowe:** tłuszcz gęsi, strukturyzowane lipidy, przeestryfikowanie enzymatyczne, olej rzepakowy.

*Celem pracy była próba poprawy właściwości żywieniowych i funkcjonalnych tłuszczu gęsiego na drodze przeestryfikowania enzymatycznego z olejem rzepakowym. Mieszaninę tłuszczu gęsiego i oleju rzepakowego o składzie wagowym 1:1 przeestryfikowano w obecności preparatu enzymatycznego Lipozyme RM IM. Reakcję prowadzono w 40°C przez 2, 4, 8 i 24 godziny. W mieszaninach przed i po przeestryfikowaniu oznaczano liczbę kwasową, zawartość frakcji polarnej, skład kwasów tłuszczowych i ich rozkład pomiędzy pozycje sn-1,3 i sn-2 triacylogliceroli. W wyniku przeestryfikowania stwierdzono wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych i frakcji polarnej. Zmodyfikowane triacyloglicerole tłuszczu gęsiego zostały wzbogacone w kwasy wielonienasycone (linolowy i linolenowy), natomiast charakteryzowały się obniżoną zawartością kwasu palmitynowego. Przeestryfikowanie z udziałem preparatu Lipozyme RM IM zachodziło w pozycjach zewnętrznych triacylogliceroli.*

**Key words:** goose fat, structured lipids, enzymatic interesterification, rapeseed oil.

*The objective of this study was to improve nutritional and functional quality of goose fat by enzymatic interesterification with rapeseed oil. The goose fat and rapeseed oil mixtures (1:1 w/w) interesterification process was carried out for 2, 4, 8 and 24 hours, at 40°C, in the presence of enzymatic preparation Lipozyme RM IM. The following parameters were determined in the mixtures prior to and after the interesterification process accomplished: acid value, polar fraction content, fatty acids composition and the sn-2 and sn-1,3 distributions of fatty acids in the triacylglycerols. It was stated that interesterification process resulted in the increase in both the free fat acids content and polar fraction content. The interesterified lipids (TAG) were enriched by polyunsaturated fatty acids (18:2 and 18:3), however the palmitic acid decreased. Because of the positional specificity of the enzyme, interesterification occurred here only in sn-1,3 positions of the triacylglycerols molecules.*

### WPROWADZENIE

Tłuszcz gęsi to ważny produkt uboczny przemysłu mięsnego. Jest to tani surowiec, produkowany w znacznych ilościach. Tłuszcz drobiowy, w przeciwieństwie do łoju wołowego uważany jest za tłuszcz odpadowy i nie znalazł większego zastosowania jako składnik innej żywności [18]. Generalnie, tłuszcze zwierzęce postrzegane są jako niepożądane elementy diety ze względu na wysoką zawartość długołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych (głównie C16:0 i C18:0). Liczne badania potwierdzają jednak, że tłuszcz drobiowy, w porównaniu do tłuszczu ssaków jest stosunkowo bezpieczny dla zdrowia. Charakteryzuje się on dużą przyswajalnością (93%) i znacznym udziałem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, wśród których dominujący jest kwas oleinowy. Tłuszcz kurzy zawiera ok. 60% nienasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast w tłuszczu gęsim wartość ta kształtuje się na poziomie 70% [1, 2, 12, 27].

Tłuszcz gęsi posiada charakterystyczny skład triacylogliceroli. Kwas oleinowy zlokalizowany jest głównie w pozycjach wewnętrznych cząsteczek triacylogliceroli, natomiast pozycje zewnętrzne zajmowane są przede wszystkim przez

kwasy palmitynowy i stearynowy. Kwas linolowy rozmieszony jest statystycznie pomiędzy wszystkie pozycje triacylogliceroli [11, 27]. Biorąc pod uwagę fakt, że ponad 80% triacylogliceroli pokarmowych jest absorbowanych po hydrolizie jako sn-2 monoacyloglicerole, nasuwa się wniosek, iż obecność kwasów pożądanых dla organizmu (np. NNKT) w pozycjach sn-2 triacylogliceroli pokarmowych, stwarza większe szanse ich zachowania w czasie trawienia [16, 29]. Profil kwasów tłuszczowych oraz struktura triacylogliceroli tłuszczu gęsiego otwierają ciekawe kierunki modyfikacji tego tłuszczu w kierunku otrzymywania strukturyzowanych lipidów o pożądanых właściwościach reologicznych i korzystnym żywieniowo składzie kwasów tłuszczowych.

Potencjalną możliwością modyfikacji tłuszczu gęsiego są biotransformacje przy udziale lipaz. Takie biotransformacje mogą się odbywać poprzez przeestryfikowanie tłuszczów, w wyniku czego następują zmiany w strukturze triacylogliceroli, lecz nie zmienia się budowa występujących w nich kwasów tłuszczowych, a więc korzystne żywieniowo, biologicznie aktywne kwasy tłuszczowe pozostają nienaruszone [19, 20].

Tłuszcz gęsi charakteryzuje się stosunkowo wysoką zawartością kwasu palmitynowego, wynoszącą ponad 20%. Badania nad metabolizmem cholesterolu i dane epidemiologiczne wiążą kwas palmitynowy z występowaniem choroby wieńcowej. Aby zminimalizować ryzyko chorób krążenia należy zapewnić przede wszystkim właściwe ilościowo spożycie oraz prawidłowy stosunek prozdrowotnych kwasów  $\omega-6/\omega-3$  [7, 28]. Wykorzystanie olejów roślinnych, np. rzepakowego, o wysokiej zawartości kwasów *cis*-monoenukowych, odpowiednim stosunku kwasów  $\omega-6/\omega-3$  i niskim udziale procentowym kwasu palmitynowego oraz ich przeestryfikowanie z tłuszczem drobiowym, może być realnym sposobem poprawy właściwości żywieniowych, reologicznych i funkcjonalnych tego tłuszczu. Ponadto, korzystną właściwością zarówno oleju rzepakowego, jak i tłuszczu gęsiego jest wysoka zawartość kwasu oleinowego, względnie stabilnego w procesach utleniania [9, 25].

Celem artykułu jest prezentacja przeprowadzonej pracy badawczo – doświadczalnej dotyczącej poprawy właściwości żywieniowych i funkcjonalnych tłuszczu gęsiego na drodze przeestryfikowania enzymatycznego z olejem rzepakowym.

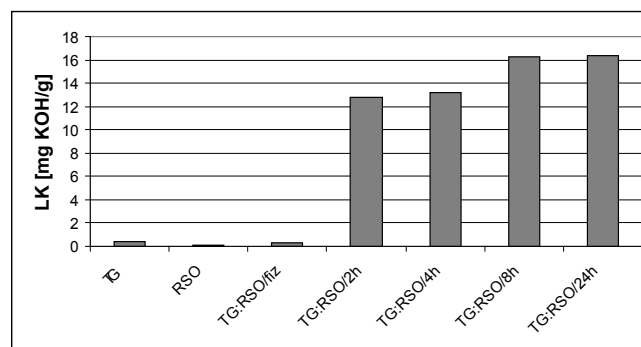
## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Przedmiotem badań były mieszaniny tłuszczu gęsiego (TG) z olejem rzepakowym (RSO) o składzie wagowym 1:1. Tłuszcz gęsi sadelkowy pochodził z Zakładu Przetwórstwa Drobiowego w Suwałkach. Tłuszcz ten został odpowiednio oczyszczony i przygotowany do badań w laboratorium. Rafinowany bezerukowy olej rzepakowy „Kujawski” otrzymano z Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica”. Mieszaniny przeestryfikowywano enzymatycznie w obecności preparatu Lipozyme RM IM (Novozymes – Dania) zawierającego lipazę z *Rhizomucor miehei* immobilizowaną na makroporowatej żywicy jonowymiennej. Lipaza ta jest specyficzna w stosunku do wiązań estrowych w pozycjach *sn-1,3* cząsteczek triacylogliceroli. Reakcja przeestryfikowania prowadzona była w 40°C przez 2, 4, 8 i 24 godziny. Preparat enzymatyczny dozowano na poziomie 8% względem masy tłuszczu. Zawartość wody w preparacie Lipozyme RM IM wynosiła 4% względem masy preparatu. W tłuszczu gęsim, oleju rzepakowym, ich mieszaninie fizycznej i produktach przeestryfikowania oznaczano liczbę kwasową metodą miareczkową [23] i zawartość frakcji polarnej metodą chromatografii kolumnowej [24]. We frakcjach triacylogliceroli wyizolowanych z surowców, mieszaniny wyjściowej i produktów przeestryfikowania oznaczano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej (GLC) [22] oraz ich rozmieszczenie w pozycjach *sn-2* i *sn-1,3* triacylogliceroli metodą Broccherhoffa (selektywna enzymatyczna hydroliza TAG) [3,5].

## WYNIKI I DISKUSJA

Przeestryfikowanie tłuszczów ma na celu modyfikację ich właściwości fizycznych i chemicznych. Głównym produktem reakcji jest frakcja triacylogliceroli (TAG). W procesie enzymatycznego przeestryfikowania zachodzą równocześnie dwie reakcje: hydroliza i estryfikacja. W związku z tym, obok frakcji triacylogliceroli pojawiają się również pewne ilości wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), diacylogliceroli (DAG) i monoacylogliceroli (MAG), stanowiących

frakcję polarną. Na ilość i proporcje tych produktów mają wpływ parametry reakcji, w tym głównie zawartość wody w układzie i jej dostępność dla enzymu. Woda, nawet w minimalnej ilości jest niezbędna do stabilizacji właściwej struktury przestrzennej lipaz, bo warunkuje ich katalityczne właściwości [20]. Miara ilości uwolnionych w procesie hydrolizy kwasów tłuszczowych jest liczba kwasowa. Na rys. 1 przedstawiono wartości liczby kwasowej (LK) surowców i mieszaniny fizycznej przed i po przeestryfikowaniu.



Rys. 1. Liczba kwasowa tłuszczu gęsiego (TG), oleju rzepakowego (RSO), mieszaniny fizycznej (TG:RSO/fiz) (1:1 m/m) oraz produktów przeestryfikowania (TG:RSO/2h; TG:RSO/4h; TG:RSO/8h; TG:RSO/24h).

Fig. 1. Acid values of the raw goose fat (TG), rapeseed oil (RSO), starting mixture (TG:RSO/fiz) (1:1 w/w) and mixture after interesterification (TG:RSO/2h; TG:RSO/4h; TG:RSO/8h; TG:RSO/24h).

Źródło: Badania własne

Zarówno tłuszcz gęsi, jak i olej rzepakowy charakteryzowały się niską wartością LK, co świadczy o bardzo dobrej jakości surowców. W wyniku przeestryfikowania stwierdzono znaczący wzrost liczby kwasowej w stosunku do mieszaniny wyjściowej. Stosunkowo wysoki udział frakcji wolnych kwasów tłuszczowych w mieszaninie poreakcyjnej mógł być spowodowany niską temperaturą procesu, różną od temperatury gwarantującej maksimum aktywności transestryfikacyjnej użytej lipazy. Liczne badania dotyczące procesów prowadzonych w obecności enzymu z preparatu Lipozyme RM IM wskazują, że optymalna temperatura działania tego biokatalizatora mieści się w zakresie 60-70°C [13, 15, 26]. Zastosowanie w tej pracy temperatury 40°C miało na celu ochronę tłuszczu gęsiego – substratu o dość niskiej stabilności oksydacyjnej [11, 27].

Na podstawie wartości liczb kwasowych oraz wyników oznaczeń składu kwasów tłuszczowych w surowcach, mieszaninie fizycznej oraz w produktach przeestryfikowania została obliczona zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (tab.1). Kierunek zmian zawartości WKT w badanych tłuszczach jest podobny jak dla liczb kwasowych. W porównaniu z mieszaniną fizyczną, zawartość WKT w produktach reakcji była wyższa i wzrastała wraz z wydłużaniem czasu procesu. Po 8 i 24 godzinie reakcji zanotowano wartości WKT na poziomie 7,8%. W tym czasie ustalał się stan równowagi dynamicznej hydroliza – estryfikacja, a w konsekwencji ustabilizowanie się udziału WKT.

Tabela 1. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), di- i monoacylogliceroli (MAG+DAG) oraz triacylogliceroli (TAG) w surowcach tłuszczu



czowych, mieszaninie fizycznej tłuszczu gęsiego i oleju rzepakowego TG:RSO (1:1 m/m) i produktach przeestryfikowania

**Table 1.** The free fatty acid (WKT), di- and monoacylglycerols (MAG+DAG) and triacylglycerols (TAG) contents for the goose fat (TG), rapeseed oil (RSO) and goose fat : rapeseed oil (1:1 w/w) mixture before and after interesterification

Rodzaj tłuszczu	TG	RSO	TG:RSO fiz	TG:RSO 2h	TG:RSO 4h	TG:RSO 8h	TG:RSO 24h
WKT [%]	0,2 ±0,02	0,1 ±0,01	0,2 ±0,02	6,1 ±0,61	6,3 ±0,63	7,8 ±0,78	7,8 ±0,78
MAG+DAG [%]	3,4 ±0,14	0,4 ±0,02	2,1 ±0,08	10,3 ±0,41	11,8 ±0,47	19,5 ±0,78	19,1 ±0,76
TAG [%]	96,4 ±3,86	99,5 ±3,98	97,7 ±3,91	83,6 ±3,34	81,9 ±3,28	72,7 ±2,91	73,1 ±2,92

Źródło: Badania własne

Za pomocą chromatografii kolumnowej surowce, mieszaninę wyjściową i przeestryfikowane tłuszcze rozdzielono na frakcję niepolarną (TAG) i frakcję polarną (FP). Na podstawie zawartości WKT oraz FP obliczono zawartość niepełnych acylogliceroli (tab.1). Porównując badane surowce, stwierdzono większy udział frakcji nietriacyloglicerolowej w tłuszczu zwierzęcym. Produkty przeestryfikowania wykazywały zwiększoną zawartość niepełnych acylogliceroli i związane z tym obniżenie wydajności triacylogliceroli w stosunku do mieszaniny nieprzeestryfikowanej. Najwięcej składników polarnych powstaje w pierwszym etapie reakcji, kiedy hydrolizowane są wiązania estrowe triacylogliceroli. Związki polarne pełnią rolę produktów pośrednich [19, 20]. W drugiej fazie reakcji następuje resynteza triacylogliceroli i zawartość frakcji polarnej obniża się. Według danych literaturowych [15, 19] poziom monoacylogliceroli w reakcjach przeestryfikowania jest bardzo niski (~1%) ze względu na wysoką reaktywność tych związków. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń ilość składników polarnych osiągnęła maksimum po 8 godzinach reakcji.

Celem pracy było uzyskanie lipidów strukturyzowanych na bazie tłuszczu gęsiego o lepszej jakości żywieniowej w stosunku do wyjściowego substratu tłuszczowego. Synteza strukturyzowanych lipidów z tłuszczów zwierzęcych do zastosowania w żywności powinna zakładać obniżenie ilości długołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych (LC-SFA) z równoczesnym wzbogaceniem projektowanego tłuszczu w mono- (MUFA) i wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) [17]. W tabeli 2 przedstawiono skład kwasów tłuszczowych matryc triacyloglicerolowych wyizolowanych z surowców tłuszczowych, mieszaniny fizycznej tłuszczu gęsiego i oleju rzepakowego oraz produktów jej przeestryfikowania.

**Tabela 2.** Skład głównych kwasów tłuszczowych we frakcjach TAG tłuszczu gęsiego (TG), oleju rzepakowego, mieszaniny wyjściowej tłuszczu gę-

siego i oleju rzepakowego (TG:RSO 1:1 m/m) oraz produktów jej przeestryfikowania po różnym czasie reakcji

**Table 2.** The major fatty acid compositions in the TAG fractions obtained from goose fat (TG), rapeseed oil (RSO), starting mixture TG:RSO (1:1 w/w) and interesterification products resulting after various reaction times

Rodzaj kwasu tłuszczowego (n:m)*	TG	RSO	TG:RSO 1:1	mieszanina przeestryfikowana			
				czas reakcji [h]			
				2	4	8	24
16:0	23,8 ±0,47	4,5 ±0,16	14,5 ±0,44	14,3 ±0,43	14,2 ±0,43	14,6 ±0,44	14,0 ±0,42
16:1 (9-cis)	2,7 ±0,09	0,2 ±0,02	1,4 ±0,04	1,3 ±0,04	1,4 ±0,04	1,4 ±0,04	1,4 ±0,04
18:0	6,5 ±0,23	1,8 ±0,05	4,4 ±0,13	4,4 ±0,13	4,3 ±0,13	4,2 ±0,13	4,1 ±0,12
18:1 (9-cis)	57,6 ±1,15	56,9 ±1,14	57,0 ±1,14	56,8 ±1,14	57,1 ±1,14	56,9 ±1,14	57,1 ±1,14
18:1 (9-trans)	0,22 ±0,02	-	0,11 ±0,01	0,10 ±0,01	0,11 ±0,01	0,11 ±0,01	0,11 ±0,01
18:2 (all cis)	7,9 ±0,24	19,5 ±0,58	13,7 ±0,41	13,9 ±0,42	13,7 ±0,41	13,6 ±0,41	14,0 ±0,42
18:3 (all cis)	0,8 ±0,03	8,6 ±0,26	4,9 ±0,15	5,1 ±0,15	4,8 ±0,14	5,0 ±0,15	4,8 ±0,14
20:1 (9-cis)	-	1,7 ±0,05	0,8 ±0,03	0,7 ±0,03	0,8 ±0,03	0,7 ±0,03	0,9 ±0,04
M [g/mol]*	268	264	286	268	267	267	267

\* n – liczba atomów węgla w cząsteczce,

m – liczba wiązań podwójnych

\*\* masa molowa hipotetycznego kwasu tłuszczowego

Źródło: Badania własne

Przeestryfikowanie tłuszczu gęsiego z olejem rzepakowym pozwoliło uzyskać produkty tłuszczowe o zwiększonej zawartości PUFA. Frakcje triacylogliceroli zmodyfikowanych lipidów zawierały 18,5-19,0% PUFA, podczas gdy w naturalnym tłuszczu gęsim ilość PUFA wynosiła 8,7%. Obniżona została zawartość LC-SFA – z ponad 30% w tłuszczu gęsim, do maksymalnie 18,1% w produkcie przeestryfikowania prowadzonego przez 24 godziny. Warty odnotowania jest fakt, że dość wysoka zawartość MUFA w tłuszczu gęsim (ok. 60%) pozostała praktycznie niezmienną po reakcji przeestryfikowania, co jest korzystne z żywieniowego punktu widzenia. W badaniach tych potwierdzono, że przeestryfikowanie nie zmienia składu kwasów tłuszczowych. W triacyloglicerolach uzyskanych lipidów nie stwierdzono wzrostu zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych. Podobne tezy, dotyczące składu kwasów tłuszczowych i powstawania izomerów *trans* po przeestryfikowaniu, zostały dowiedzione w pracach innych autorów [8, 11].

**Tabela 3.** Skład głównych kwasów tłuszczowych w pozycjach zewnętrznych (*sn-1,3*) i wewnętrznej (*sn-*

2) triacylogliceroli (TAG) mieszaniny fizycznej TG:RSO (1:1 m/m) oraz udział poszczególnych kwasów w pozycjach *sn-2*

**Table 3.** The major fatty acid compositions and distributions among *sn-2* and *sn-1,3* positions for TAG isolated from a nonesterified mixture TG:RSO (1:1 w/w) and the per cent distribution of individual acids in the *sn-2* position

Rodzaj kwasu tłuszczowego (n:m)*	Skład kwasów tłuszczowych w TAG [%]	Skład kwasów tłuszczowych w pozycjach [%]		Udział danego kwasu tłuszczowego w pozycji <i>sn-2</i> ** [%]
		<i>sn-2</i>	<i>sn-1,3</i> **	
16:0	14,5±0,44	7,4±0,22	18,1±0,45	17,0±0,51
16:1 (9-cis)	1,4±0,04	1,2±0,04	1,6±0,05	28,6±0,86
18:0	4,4±0,13	2,2±0,07	5,2±0,16	16,7±0,50
18:1 (9-cis)	57,0±1,14	58,2±1,16	56,4±1,13	34,0±1,02
18:2 (all cis)	13,7±0,41	19,6±0,49	10,8±1,32	47,7±1,43
18:3 (all cis)	4,9±0,15	7,5±0,26	3,6±0,13	51,0±1,53

\* n – liczba atomów węgla w cząsteczce, m – liczba wiązań podwójnych

\*\* [%] w *sn-1,3* = ((3x [%] w TAG) - ([%] w *sn-2*)):2; [%] w *sn-2* = ([%] w *sn-2*):(3x [%] w TAG)

Źródło: Badania własne

**Tabela 4.** Skład głównych kwasów tłuszczowych w pozycjach zewnętrznych (*sn-1,3*) i wewnętrznej (*sn-2*) triacylogliceroli (TAG) mieszaniny TG:RSO (1:1 m/m) przeestryfikowanej w czasie 8 godzin oraz udział poszczególnych kwasów w pozycjach *sn-2*

**Table 4.** The major fatty acid compositions and distributions among *sn-2* and *sn-1,3* positions for TAG isolated from product of interesterification lasted 8 h of TG:RSO (1:1 w/w) and the per cent distribution of individual acids in the *sn-2* position

Rodzaj kwasu tłuszczowego (n:m)*	Skład kwasów tłuszczowych w TAG [%]	Skład kwasów tłuszczowych w pozycjach [%]		Udział danego kwasu tłuszczowego w pozycji <i>sn-2</i> ** [%]
		<i>sn-2</i>	<i>sn-1,3</i> **	
16:0	14,6±0,44	7,6±0,23	18,1±0,45	17,4±0,52
16:1 (9-cis)	1,4±0,04	1,1±0,03	1,6±0,05	28,2±0,85
18:0	4,2±0,13	2,0±0,06	5,3±0,16	15,9±0,48
18:1 (9-cis)	56,9±1,14	58,3±1,17	56,2±1,12	34,2±1,03
18:2 (all cis)	13,6±0,41	19,7±0,49	10,6±0,32	48,3±1,45
18:3 (all cis)	5,0±0,15	7,4±0,26	3,8±0,13	49,3±1,48

\* n – liczba atomów węgla w cząsteczce, m – liczba wiązań podwójnych

\*\* [%] w *sn-1,3* = ((3x [%] w TAG) - ([%] w *sn-2*)):2; [%] w *sn-2* = ([%] w *sn-2*):(3x [%] w TAG)

Źródło: Badania własne

**Tabela 5.** Skład głównych kwasów tłuszczowych w po-

zycjach zewnętrznych (*sn-1,3*) i wewnętrznej (*sn-2*) triacylogliceroli (TAG) mieszaniny TG:RSO (1:1 m/m) przeestryfikowanej w czasie 24 godzin oraz udział poszczególnych kwasów w pozycjach *sn-2*

**Table 5.** The major fatty acid compositions and distributions among *sn-2* and *sn-1,3* positions for TAG isolated from product of interesterification lasted 24 h of TG:RSO (1:1 w/w) and the per cent distribution of individual acids in the *sn-2* position

Rodzaj kwasu tłuszczowego (n:m)*	Skład kwasów tłuszczowych w TAG [%]	Skład kwasów tłuszczowych w pozycjach [%]		Udział danego kwasu tłuszczowego w pozycji <i>sn-2</i> ** [%]
		<i>sn-2</i>	<i>sn-1,3</i> **	
16:0	14,0±0,42	7,6±0,23	17,4±0,44	18,1±0,54
16:1 (9-cis)	1,4±0,04	1,1±0,04	1,6±0,05	26,2±0,79
18:0	4,1±0,12	2,2±0,07	5,1±0,15	17,9±0,54
18:1 (9-cis)	57,1±1,14	58,0±1,16	56,6±1,13	33,8±1,01
18:2 (all cis)	14,0±0,42	19,5±0,49	11,2±0,34	46,4±1,39
18:3 (all cis)	4,8±0,14	7,3±0,26	3,6±0,13	50,7±1,52

\* n – liczba atomów węgla w cząsteczce, m – liczba wiązań podwójnych

\*\* [%] w *sn-1,3* = ((3x [%] w TAG) - ([%] w *sn-2*)):2; [%] w *sn-2* = ([%] w *sn-2*):(3x [%] w TAG)

Źródło: Badania własne

Właściwości tłuszczów zależą nie tylko od składu kwasów tłuszczowych, ale także od rodzaju i struktury triacylogliceroli [6]. Znajomość rozmieszczenia kwasów tłuszczowych w poszczególnych pozycjach TAG jest ważna z wielu powodów. Między innymi daje ona możliwość projektowania tłuszczów o nowych, pożądanych właściwościach, np. reologicznych lub o zwiększonej odporności na utlenianie i polimeryzację, i jednocześnie wysokich wartościach żywieniowych. Rodzaj i struktura TAG decyduje o tym, jak tłuszcze są trawione i wchłaniane w organizmie człowieka. W związku z tym w pracy określono strukturę matrycy triacyloglicerolowych wyodrębnionych z mieszaniny fizycznej (tab.3) i produktów przeestryfikowania. W tabelach 4 i 5 przedstawiono wyniki dla wybranych produktów finalnych.

Mieszanina fizyczna tłuszczu gęsiego z olejem rzepakowym (1:1 m/m) charakteryzuje się największą zawartością kwasu oleinowego, który rozmieszczony jest równomiernie pomiędzy wszystkie pozycje w cząsteczkach TAG. Długołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe – palmitynowy i stearynowy występują w głównej mierze w pozycjach skrajnych TAG (*sn-1,3*), natomiast kwasy polienowe zestryfikowane są przede wszystkim w pozycjach środkowych (*sn-2*).

Po przeestryfikowaniu w obecności preparatu Lipozyme RM IM struktura triacylogliceroli praktycznie nie zmieniała się. Udziały procentowe poszczególnych kwasów tłuszczowych w pozycjach *sn-2* uzyskanych tłuszczów strukturyzowanych są prawie identyczne jak w mieszaninie fizycznej. Przeestryfikowanie zachodziło zatem jedynie w obrębie pozycji zewnętrznych. Zaobserwowano nieznaczne różnice w zawartości kwasów tłuszczowych w pozycjach środko-

wych triacylogliceroli wynoszące mniej niż 1% po 8 godzinach procesu i sięgające maksymalnie 2,4% po 24 godzinach reakcji przeestryfikowania. Takie zaburzenia struktury TAG są najprawdopodobniej efektem migracji acyli kwasów tłuszczowych między pozycjami *sn*-1,3 i *sn*-2 niepełnych acylogliceroli. W rezultacie tworzą się *sn*-1,3 diacyloglicerole, z których nie mogą tworzyć się triacyloglicerole [4]. Czynnikiem zwiększającym prawdopodobieństwo wystąpienia migracji acyli są: długi czas reakcji, podwyższona temperatura procesu i duża zawartość wody w układzie reakcyjnym [21, 30, 31]. Pewne zmiany składu kwasów tłuszczowych w pozycji *sn*-2 TAG tłuszczów po przeestryfikowaniu preparatem Lipozyme RM IM zaobserwowali także autorzy innych prac [14, 10, 11].

## WNIOSKI

1. Przeestryfikowanie enzymatyczne mieszaniny tłuszczu gęsiego z olejem rzepakowym o udziale 1:1 (m/m) spowodowało wzrost liczby kwasowej, zawartości wolnych kwasów tłuszczowych i frakcji niepełnych acylogliceroli.
2. W odniesieniu do naturalnego tłuszczu gęsiego otrzymane lipidy strukturyzowane (TAG) charakteryzowały się obniżoną zawartością długołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast wzbogacone zostały w wielonienasycone kwasy tłuszczowe.
3. Przeestryfikowanie nie spowodowało zmian w sumarycznym składzie kwasów tłuszczowych badanych produktów tłuszczowych.
4. Przeestryfikowanie z udziałem preparatu Lipozyme RM IM zachodziło jedynie w obrębie pozycji zewnętrznych triacylogliceroli, co potwierdziło *sn*-1,3 specyficzność użytej w doświadczeniach lipazy.
5. Niewielkie zmiany w zawartości kwasów tłuszczowych w pozycji *sn*-2 TAG spowodowane były najprawdopodobniej zachodzącymi w trakcie procesu modyfikacji reakcjami ubocznymi określanymi jako migracja acyli.

## LITERATURA

- [1] **BATURA J., KARPIŃSKA M., BOJARSKA U. 1999.** Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mięśni piersiowych gęsi. Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego, 45, 471-481.
- [2] **BIESIADA - DRZAZGA B. 2006.** Description of selected characteristics of muscle and fat tissue of 10-week white Koluda W31 geese. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 5, 47-54.
- [3] **BROCKERHOFF H. 1965.** A stereospecific analysis of triglycerides. Journal of Lipid Research, 6, 10-15.
- [4] **CHANG H., XU X., MU H., NISSON J., ADLER - NISSEN J., HØY C.E. 2000.** Lipozyme IM – catalyzed interesterification for the production of margarine fats in a 1 kg scale stirred tank reactor. European Journal of Lipid Science and Technology, 102, 411-418.
- [5] **DROZDOWSKI B. 1974.** Wpływ budowy glicerydów i występujących w nich kwasów tłuszczowych na mechanizm hydrolizy enzymatycznej. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Chemia, 25, 3-86.
- [6] **DROZDOWSKI B. 2000.** Lipidy w: Chemia żywności, (red.) Sikorski Z.E., WNT, Warszawa.
- [7] **ECKEL R.H., BORRA S., LICHTENSTEIN A.H., YIN-PIAZZA S.Y. 2007.** Understanding the complexity of trans fatty acid reduction in the American diet. American Heart Association Trans Fat Conference. Report of the trans fat conference planning group. Circulation, 115, 2231-2246E.
- [8] **GRUCZYŃSKA E. 2012.** Przeestryfikowanie enzymatyczne w wytwarzaniu i stabilizacji lipidów strukturyzowanych zero trans do zastosowań wysokotemperaturowych. Rozprawy Naukowe i Monografie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- [9] **GUNSTONE F.D., PADLEY F.B. 1997.** Lipid technologies and applications. Marcel Dekker, New York.
- [10] **KIM I.H., YOON C.S., LEE K.W. 2001.** Transesterification of conjugated linoleic acid and tricaprilyn by lipases in organic solvents. Food Research International, 43, 301-306.
- [11] **KOSTECKA M. 2008.** Charakterystyka mieszaniny tłuszczu drobiowego z olejem rzepakowym przed i po przeestryfikowaniu enzymatycznym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 5, 257-272.
- [12] **KOSTECKA M., ŁOBACZ M. 2009.** Lipidy mięsa kurzego - tłuszcz nie(o)ceniony. Część I. Charakterystyka tłuszczu kurzego i wybrane metody modyfikacji. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 98-103.
- [13] **LAI O.M., GHAZALI H.M., CHO F., CHONG C.L. 2000.** Physical properties of lipase – catalyzed transesterified blends of palm stearin and anhydrous milkfat. Food Chemistry, 70, 215-219.
- [14] **LEDÓCHOWSKA E., DATTA I. 1995.** Enzymatyczne i chemiczne przeestryfikowanie mieszaniny oleju rzepakowego i stearyny palmowej. Tłuszcze Jadalne, 30 (4), 169-183.
- [15] **LEDÓCHOWSKA E., WILCZYŃSKA E. 1998.** Comparison of the oxidative stability of chemically and enzymatically interesterified fats. Fett / Lipid, 100 (8), 343-348.
- [16] **LEE K.T., AKOH C.C. 1998.** Structured lipids: Synthesis and applications. Food Reviews International, 14, 17-34.
- [17] **LEE K.T., FOGLIA T.A. 2000.** Synthesis, purification and characterization of structured lipids produced from chicken fat. Journal of the American Oil Chemists' Society, 77 (10), 1027-1034.
- [18] **LEE K.T., FOGLIA T.A. 2000.** Fractionation of chicken fat triacylglycerols: synthesis of structured lipids with immobilized lipases. Journal of Food Science, 65 (5), 826-831.
- [19] **MACRAE A.R. 1983.** Lipase – catalyzed interesterification of oils and fats. Journal of the American Oil Chemists' Society, 60 (2), 291-294.
- [20] **MARANGONI A.G., ROUSSEAU D. 1995.** Engineering triacyloglycerols: The role of interesterification. Trends in Food Science and Technology, 6, 329-335.

- [21] **MU H., XU X., HØY C.E. 1998.** *Production of specific – structured triacylglycerols by lipase – catalyzed interesterification in a laboratory – scale continuous reactor.* Journal of the American Oil Chemists' Society, 75 (9), 567-572.
- [22] **PN-ISO 5509: 2000.** *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.*
- [23] **PN-ISO 660: 2000.** *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.*
- [24] **PN-ISO 8420: 2004.** *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości związków polarnych.*
- [25] **PURDY R.H. 1985.** *Oxidative stability of high oleic sunflower and safflower oils.* Journal of the American Oil Chemists' Society, 62, 523-525.
- [26] **TARNOWSKA K., KOSTECKA M., KOWALSKI B., GRUCZYŃSKA E., KOWALSKA M. 2009.** *Improvement of nutritional quality of low-value animal fats by interesterification with rapeseed oil. ADVANCES IN RESEARCH AND TECHNOLOGY OF RAPESEED OIL,* Monograph – part II. (red.) Edward Szlyk, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, 109-128.
- [27] **TARNOWSKA K., KOSTECKA M., PIOTRKOWICZ A., ŁOBACZ M., KOWALSKI B. 2013.** *Interesterification of goose fat and rapeseed oil mixture using *Candida rugosa* lipase immobilized in alginate beads.* La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse, XC, 95-105.
- [28] **WILLETT W.C., STAMPFER M.I., MANSON J.E., COLDITZ G.A., SPEIZER F.E., ROSNER B.A., SAMPSON L.A., HENNEKENS C.H. 1993.** *Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women.* Lancet, 341, 581-585.
- [29] **WILLIS W.M., LENCKI R.W., MARANGONI A.G. 1998.** *Lipid modification strategies in the production and nutritionally functional fats and oils.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 38, 639-674.
- [30] **XU X., BALCHEN, S., HØY C.-E., ADLER-NISSEN J. 1998.** *Pilot batch production of specific-structured lipids by lipase-catalyzed interesterification: preliminary study on incorporation and acyl migration.* Journal of the American Oil Chemists' Society, 75, 301-308.
- [31] **XU X., SKANDS A.R.H., HØY C.-E., MU H., BALCHEN S., ADLER-NISSEN J. 1998.** *Production of specific-structured lipids by enzymatic interesterification: elucidation of acyl migration by response surface design.* Journal of the American Oil Chemists' Society, 75, 1179-1186.

Mgr inż. Patrycja KOMOLKA  
 Prof. dr hab. Danuta GÓRECKA  
 Mgr inż. Marta DUDZIAK

Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## WPŁYW OBRÓBKI TERMICZNEJ MARCHWI I ZIEMNIAKÓW NA ZAWARTOŚĆ BŁONNIKA POKARMOWEGO I JEGO FRAKCJI®

The effect of thermal processing of carrot and potato on their content  
 of dietary fiber and its fractions®

*W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące zmian zawartości błonnika pokarmowego i jego frakcji w marchwi i ziemniakach pod wpływem obróbki cieplnej, tj. gotowania w wodzie i parze oraz pieczenia. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że analizowane warzywa charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem pod względem zawartości błonnika pokarmowego i poszczególnych frakcji. Zawartość błonnika pokarmowego pod wpływem obróbki cieplnej zmieniła się.*

*This article presents the results of research on changes in the content of dietary fiber and its fractions in carrots and potatoes under the influence of heat treatment, such as boiling, steaming and baking. On the basis of these results, it was found that the vegetables selected for the study were characterized by high diversification of dietary fiber and the fractions, and the change in dietary fiber under the influence of heat treatment.*

### WPROWADZENIE

Wzrost zainteresowania żywnością o właściwościach prozdrowotnych spowodował, że błonnik pokarmowy stał się przedmiotem licznych badań. Według definicji zaopiniowanej przez Komisję Codex Alimentarius [6] błonnik pokarmowy oznacza polimery węglowodanów zawierające więcej niż 10 monomerycznych jednostek, które nie są hydrolizowane przez enzymy w jelicie cienkim człowieka. Zgodnie z definicją zaproponowaną przez DeVries [7] do błonnika zaliczane są: celuloza, hemicelulozy, pektyny, modyfikowana celuloza, polifruktany (inulina i oligofruktany), niestrawne dekstryny, polidekstroza, metyloceluloza, hydroksypropylometyloceluloza, skrobia oporna, gumy, śluzy, lignina, woski, kutyny, fityniany, saponiny, taniny, suberyny [7, 14], a także chityna [21]. Klasyfikując błonnik pokarmowy pod względem jego rozpuszczalności wyróżnia się błonnik rozpuszczalny (SDF), do którego należą pektyny,  $\beta$ -glukany, gumy, śluzy i niektóre hemicelulozy oraz błonnik nierozpuszczalny (IDF), w skład którego wchodzi celuloza, lignina oraz niektóre hemicelulozy [12]. Biorąc pod uwagę masę cząsteczkową, błonnik można podzielić na wysokocząsteczkowy błonnik pokarmowy (HMWDF) oraz niskocząsteczkowy błonnik pokarmowy (LMWDF) [21].

Badania epidemiologiczne wskazują, że błonnik pokarmowy ma szerokie oddziaływanie prozdrowotne – pobudza on pracę przewodu pokarmowego i zwiększa masę kału, zapobiega zaparciom, otyłości, obniża poziom glukozy i cholesterolu we krwi, zmniejsza ryzyko powstawania chorób układu krążenia i nowotworów okrężnicy [3]. Fizjologiczne oddziaływanie błonnika pokarmowego na organizm człowieka zależy nie tylko od ilości błonnika w diecie, ale również od jego składu frakcyjnego [10, 11].

Podczas procesów technologicznych, w tym obróbki wstępnej oraz termicznej, zachodzą między innymi zmiany w zawartości błonnika pokarmowego i jego właściwościach funkcjonalnych [9], co ma istotne znaczenie w przewidywaniu oddziaływania błonnika pokarmowego w przewodzie pokarmowym człowieka.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu obróbki termicznej na zawartość błonnika pokarmowego i jego frakcji w marchwi i ziemniakach.**

### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły marchew (*Daucus carota*) odmiany *Dolanka* (M[S] – marchew surowa cała) i ziemniaki (*Solanum tuberosum*) odmiany *Augusta* (Z[S] – ziemniaki surowe całe). Warzywa poddano obróbce wstępnej polegającej na myciu, obieraniu i rozdrabnianiu surowca. Do badań używano surowców nieobranych całych, obranych całych i obranych rozdrobnionych. Stosowano następujące metody obróbki cieplnej: gotowanie w wodzie (M[W]nc – marchew nieobrana cała gotowana w wodzie, M[W]oc – marchew obrana cała gotowana w wodzie, M[W]or – marchew obrana rozdrobniona gotowana w wodzie, Z[W]nc – ziemniaki nieobrane całe gotowane w wodzie, Z[W]oc – ziemniaki obrane całe gotowane w wodzie, Z[W]or – ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane w wodzie), gotowanie w parze wodnej (M[P]nc – marchew nieobrana cała gotowana na parze, M[P]oc – marchew obrana cała gotowana na parze, M[P]or – marchew obrana rozdrobniona gotowana na parze, Z[P]nc – ziemniaki nieobrane całe gotowane na parze, Z[P]oc – ziemniaki obrane całe gotowane na parze, Z[P]or – ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane na parze).

i pieczenie (Z[Pi]nc – ziemniaki nieobrane całe pieczone, Z[Pi]oc – ziemniaki obrane całe pieczone, Z[Pi]or – ziemniaki obrane rozdrobnione pieczone).

Gotując surowce w wodzie, uwzględniano zalecany stosunek produktu do wody wynoszący odpowiednio: 1:1 (v/v) dla ziemniaków i 2:1 (v/v) dla marchwi. Obróbkę cieplną rozpoczynano od wody wrzącej. Proces gotowania prowadzono w temperaturze 100°C do momentu uzyskania pełnej miękkości produktów. Obróbkę cieplną w parze wodnej i pieczenie prowadzono w piecu konwekcyjnym, typ Rational Combi-Steamer CCC. Gotowanie w parze wodnej odbywało się w strumieniu pary o temperaturze 100°C, przy maksymalnej częstotliwości wtrysku pary wodnej (1/s), a pieczenie prowadzono przy cyrkulacji gorącego powietrza w temperaturze 200°C, również do momentu uzyskania pełnej miękkości produktów. Produkt suszono w liofilizatorze typ Alpha 1-4 LSC, a następnie rozdrabniano w młynku nożowym typ Grindomix GM 200.

W liofilizacie oznaczano zawartość całkowitego błonnika pokarmowego (TDF) oraz frakcji rozpuszczalnej (SDF) i nierozpuszczalnej (IDF) metodą Asp'a [2]. Jest to enzymatyczno-grawimetryczna metoda, polegająca na trawieniu próbki *in vitro* enzymami, a następnie zważeniu niestrawionej pozostałości. Metoda ta obejmuje następujące etapy:

- ▶ trawienie skrobi termostabilną  $\alpha$ -amylazą (15 min),
- ▶ inkubację z pepsyną w kwaśnym środowisku (pH = 1,5) – 1 godz.,
- ▶ inkubację z pankreatyną w obojętnym środowisku (pH = 6,8) – 1 godz.

Zawartość neutralnego detergentowego błonnika pokarmowego (NDF), składającego się z celulozy, hemicelulozy i ligniny, kwaśnego detergentowego błonnika (ADF), składającego się z ligniny i celulozy, oraz kwaśnej detergentowej ligniny (ADL) oznaczono metodą Van Soest'a [18, 19], zmodyfikowaną przez McQueen'a i Nicholson'a [17]. Modyfikacja ta polega na potraktowaniu próby termostabilną  $\alpha$ -amylazą, w celu strawienia skrobi. Jest to szybka grawimetryczna metoda, w której frakcje błonnika pokarmowego izoluje się przy użyciu trzech detergentów, o charakterze obojętnym i kwaśnym. Polega ona na gorącej ekstrakcji prób z użyciem detergentowych roztworów, odpowiednich dla oznaczanej frakcji błonnika pokarmowego, a następnie suszeniu i spalaniu prób oraz zważeniu pozostałości.

Uzyskane wyniki stanowią średnią arytmetyczną z trzech powtórzeń i wyrażano je w g/100 g produktu (%). W celu obiektywizacji wnioskowania uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji przy zastosowaniu testu Scheffego. Za statystycznie istotne uznawano zależności na poziomie istotności  $p < 0,05$ . Istotne różnice międzygrupowe zaznaczono w tabelach odmiennymi inskrypcjami literaturowymi.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość błonnika pokarmowego (TDF) była zróżnicowana i wahała się od 2,19% – M[W]nc do 3,89% – M[P]nc – tab. 1. Według Englysta i in. [8] całkowita zawartość błonnika pokarmowego w marchwi wynosi 2,4 g/100 g produktu, co jest

wartością niższą od otrzymanej w badaniach własnych (3,24 g/100 g produktu). Zawartość nierozpuszczalnego błonnika pokarmowego (IDF) w marchwi kształtowała się od 1,22% – M[W]nc do 2,53% – M[P]nc. Otrzymane wyniki zawartości frakcji IDF (2,5 g/100 g produktu) i SDF (0,73 g/100 g produktu) w marchwi surowej są dość zbliżone do wartości podanej przez Kozłowską [15], według której zawartość SDF w marchwi wynosi 0,87 g/100g produktu, natomiast frakcji IDF 1,7 g/100 g produktu.

**Tabela 1. Wpływ obróbki termicznej marchwi na zawartość TDF i frakcji błonnika pokarmowego [g/100g produktu]**

**Table 1. Effect of thermal treatment of carrots on the content of TDF and fiber fractions [g/100g of product]**

Rodzaj surowca	IDF	SDF	TDF	IDF/SDF
M[S]	2,50±0,12 <sup>d</sup>	0,73±0,06 <sup>a</sup>	3,24±0,17 <sup>c</sup>	3,42
M[W]nc	1,22±0,07 <sup>a</sup>	0,97±0,03 <sup>b,c</sup>	2,19±0,09 <sup>a</sup>	1,26
M[W]oc	2,10±0,18 <sup>c</sup>	1,77±0,09 <sup>e</sup>	3,87±0,14 <sup>d</sup>	1,19
M[W]or	1,69±0,01 <sup>b</sup>	0,85±0,08 <sup>a,b</sup>	2,54±0,09 <sup>a,b</sup>	1,99
M[P]nc	2,53±0,05 <sup>d</sup>	1,36±0,01 <sup>d</sup>	3,89±0,05 <sup>d</sup>	1,86
M[P]oc	1,30±0,07 <sup>a</sup>	1,34±0,06 <sup>d</sup>	2,64±0,13 <sup>b</sup>	0,97
M[P]or	1,42±0,15 <sup>a,b</sup>	1,13±0,08 <sup>c</sup>	2,55±0,19 <sup>a,b</sup>	1,26

a-d – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w kolumnie wskazują na różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$ ;

M[S] – marchew surowa cała, M[W]nc – marchew nieobrana cała gotowana w wodzie, M[W]oc – marchew obrana cała gotowana w wodzie, M[W]or – marchew obrana rozdrobniona gotowana w wodzie, M[P]nc – marchew nieobrana cała gotowana na parze, M[P]oc – marchew obrana cała gotowana na parze, M[P]or – marchew obrana rozdrobniona gotowana na parze.

Źródło: Badania własne

Na zawartość błonnika pokarmowego miał wpływ zarówno rodzaj zastosowanej obróbki cieplnej, jak również forma surowca. Po obróbce cieplnej w wodzie największą zawartością TDF-u cechowała się marchew obrana cała (3,87%), a po obróbce w parze nieobrana cała (3,89%). Według Englysta i in. [8] zawartość TDF w marchwi gotowanej w wodzie wynosi 2,5 g/100 g produktu, a frakcji IDF i SDF, odpowiednio 1,1 g i 1,4 g/100 g produktu. Wyniki te są dość zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych.

We wszystkich formach surowca, niezależnie od rodzaju zastosowanej obróbki cieplnej, przeważała frakcja IDF, przy czym najwyższą jej zawartość stwierdzono w marchwi nieobranej całej gotowanej w parze (2,53%) i obranej całej gotowanej w wodzie (2,10%). Największym stosunkiem frakcji IDF/SDF cechowała się marchew surowa (3,42). Zastosowany rodzaj obróbki cieplnej wpłynął również na zmianę zawartości frakcji IDF i SDF, a tym samym na stosunek frakcji IDF/SDF, który w przypadku marchwi gotowanej w wodzie, obranej rozdrobnionej wynosił 1,99, a dla marchwi gotowanej w parze, nieobranej całej – 1,86.

Marchew charakteryzowała się również dużym zróżnicowaniem pod względem zawartości neutralnego detergentowego błonnika pokarmowego (NDF) i poszczególnych frakcji (tab. 2). Istotnie wyższą zawartością NDF-u

**Tabela 2. Wpływ obróbki termicznej marchwi na zawartość NDF i jego frakcji [g/100g produktu]**

**Table 2. Effect of thermal treatment of carrots on the content of NDF and its fractions [g/100g of product]**

Rodzaj surowca	NDF	ADF	Hemicelulozy	Celuloza	Lignina
M[S]	1,50±0,11 <sup>b</sup>	1,12±0,07 <sup>a</sup>	0,38±0,04 <sup>e</sup>	0,86±0,08 <sup>a</sup>	0,26±0,03 <sup>b,c</sup>
M[W]nc	1,30±0,07 <sup>a</sup>	1,12±0,05 <sup>a</sup>	0,17±0,02 <sup>b</sup>	0,94±0,08 <sup>a,b</sup>	0,18±0,03 <sup>a,b</sup>
M[W]oc	2,28±0,09 <sup>c</sup>	1,96±0,08 <sup>b</sup>	0,33±0,01 <sup>d</sup>	1,63±0,08 <sup>a</sup>	0,32±0,02 <sup>c,d</sup>
M[W]or	1,55±0,02 <sup>b</sup>	1,41±0,03 <sup>c</sup>	0,14±0,01 <sup>b</sup>	1,14±0,05 <sup>c</sup>	0,27±0,03 <sup>c</sup>
M[P]nc	2,23±0,03 <sup>c</sup>	1,93±0,03 <sup>b</sup>	0,30±0,01 <sup>c,d</sup>	1,63±0,02 <sup>d</sup>	0,30±0,01 <sup>c,d</sup>
M[P]oc	1,42±0,04 <sup>a,b</sup>	1,15±0,04 <sup>a</sup>	0,27±0,01 <sup>c</sup>	0,79±0,08 <sup>a</sup>	0,36±0,05 <sup>d</sup>
M[P]or	1,26±0,10 <sup>a</sup>	1,20±0,10 <sup>a</sup>	0,07±0,01 <sup>a</sup>	1,06±0,07 <sup>b,c</sup>	0,14±0,02 <sup>a</sup>

a-d – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w kolumnie wskazują na różnice statystycznie istotne przy p≤0,05;

M[S] – marchew surowa cała, M[W]nc – marchew nieobrana cała gotowana w wodzie, M[W]oc – marchew obrana cała gotowana w wodzie, M[W]or – marchew obrana rozdrobniona gotowana w wodzie, M[P]nc – marchew nieobrana cała gotowana na parze, M[P]oc – marchew obrana cała gotowana na parze, M[P]or – marchew obrana rozdrobniona gotowana na parze.

**Źródło:** Badania własne

cechowała się marchew obrana cała gotowana w wodzie oraz marchew nieobrana cała gotowana w parze, odpowiednio 2,28% i 2,23%. Z badań przeprowadzonych przez Górecką [9] wynika, że warzywa gotowane na parze charakteryzowały się większą zawartością błonnika niż gotowane w wodzie.

Wykazano, że procesy cieplne mają wpływ na zawartość poszczególnych frakcji błonnika pokarmowego. Frakcją występującą w największej ilości była frakcja celulozowa, której najwyższą zawartość stwierdzono w marchwi obranej całej gotowanej w wodzie oraz nieobranej całej gotowanej w parze (1,63%). Stwierdzono istotnie wyższą zawartość frakcji ligninowej w marchwi nieobranej całej gotowanej w parze (0,30%) w odniesieniu do marchwi nieobranej całej gotowanej w wodzie (0,18%), a także w marchwi obranej rozdrobnionej gotowanej w wodzie (0,27%) w porównaniu do marchwi gotowanej w parze (0,14%). W przypadku frakcji hemicelulozowej odnotowano istotnie wyższą jej zawartość w marchwi obranej całej i rozdrobnionej gotowanej w wodzie niż dla takiej samej formy surowca lecz gotowanego w parze. Na zmianę składu i właściwości funkcjonalne błonnika pokarmowego podczas procesów technologicznych wskazywali również inni autorzy [5]. Wielu autorów zmianę tekstury warzyw i owoców podczas obróbki cieplnej tłumaczy przemianami zachodzącymi w pektynach, które stają się rozpuszczalne i w związku z tym są wypłukiwane podczas gotowania. Według Brandta i in. [4] rozpuszczalność pektyn i hemiceluloz podczas procesów cieplnych jest zależna przede wszystkim od odczynu środowiska, natomiast zawartość celulozy nie ulega zmianie. W badaniach własnych stwierdzono, że obróbka cieplna w wodzie i w parze wpływa na pozorne zwiększenie zawartości celulozy. Również inne źródła potwierdzają, że zawartość celulozy zwiększa się podczas obróbki cieplnej. Herranz i in. [13] zauważyli zwiększoną zawartość ADF-u w gotowanym szpinaku, natomiast Mathee i Appledorf [16] w przypadku kapusty i brukselki. Autorzy ci wiążą przyrost ADF-u i NDF-u ze wzrostem zawartości celulozy, której ilość zwiększała się

wraz z czasem ogrzewania.

Rodzaj zastosowanej obróbki termicznej miał wpływ na całkowitą zawartość błonnika pokarmowego w ziemniakach (tab. 3). Największą zawartością TDF-u cechowały się ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane w parze (3,99 g/100 g produktu), najmniejszą zaś ziemniaki obrane rozdrobnione pieczone (1,75 g/100 g produktu). W odniesieniu do ziemniaków surowych istotnie wyższą zawartością błonnika pokarmowego cechowały się ziemniaki po obróbce cieplnej w wodzie i w parze. Biorąc pod uwagę rodzaj zastosowanej obróbki termicznej i formę surowca, to w przypadku ziemniaków gotowanych w wodzie istotnie wyższą zawartością TDF-u cechowały się ziemniaki obrane całe (2,61%), zaś gotowanych w parze – ziemniaki obrane rozdrobnione (3,99%). Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu formy surowca na zawartość TDF podczas procesu pieczenia. Według Englysta i in. [8] zawartość TDF w ziemniakach surowych wynosi 1,2 g/100 g produktu, co jest wartością niższą od uzyskanej w badaniach własnych (2,05 g/100 g produktu).

**Tabela 3. Wpływ obróbki termicznej ziemniaków na zawartość TDF i frakcji błonnika pokarmowego [g/100g produktu]**

**Table 3. Effect of thermal treatment of potatoes on the content of TDF and fiber fractions [g/100g of product]**

Rodzaj surowca	IDF	SDF	TDF	IDF/SDF
Z[S]	1,02±0,12 <sup>a</sup>	1,03±0,07 <sup>b,c</sup>	2,05±0,06 <sup>b,c</sup>	0,99
Z[W]nc	1,10±0,12 <sup>a,b,c</sup>	0,91±0,07 <sup>b</sup>	2,01±0,08 <sup>a,b,c</sup>	1,21
Z[W]oc	1,46±0,09 <sup>d,e</sup>	1,15±0,11 <sup>c</sup>	2,61±0,08 <sup>d</sup>	1,27
Z[W]or	1,40±0,01 <sup>c,d,e</sup>	1,06±0,09 <sup>b,c</sup>	2,46±0,07 <sup>d</sup>	1,32
Z[P]nc	1,60±0,02 <sup>e,f</sup>	0,51±0,04 <sup>a</sup>	2,11±0,02 <sup>c</sup>	3,14
Z[P]oc	1,47±0,11 <sup>d,e</sup>	1,00±0,07 <sup>b,c</sup>	2,47±0,14 <sup>d</sup>	1,47
Z[P]or	1,87±0,22 <sup>f</sup>	2,13±0,14 <sup>d</sup>	3,99±0,21 <sup>e</sup>	0,88
Z[Pi]nc	1,35±0,01 <sup>b-e</sup>	0,59±0,02 <sup>a</sup>	1,94±0,03 <sup>a,b,c</sup>	2,29
Z[Pi]oc	1,17±0,10 <sup>a-d</sup>	0,60±0,01 <sup>a</sup>	1,77±0,11 <sup>a,b</sup>	1,95
Z[Pi]or	1,10±0,04 <sup>a,b</sup>	0,65±0,08 <sup>a</sup>	1,75±0,05 <sup>a</sup>	1,69

a-f – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w kolumnie wskazują na różnice statystycznie istotne przy p≤0,05;

Z[S] – ziemniaki surowe całe, Z[W]nc – ziemniaki nieobrane całe gotowane w wodzie, Z[W]oc – ziemniaki obrane całe gotowane w wodzie, Z[W]or – ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane w wodzie, Z[P]nc – ziemniaki nieobrane całe gotowane na parze, Z[P]oc – ziemniaki obrane całe gotowane na parze, Z[P]or – ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane na parze, Z[Pi]nc – ziemniaki nieobrane całe pieczone, Z[Pi]oc – ziemniaki obrane całe pieczone, Z[Pi]or – ziemniaki obrane rozdrobnione pieczone

**Źródło:** Badania własne

Proces obróbki cieplnej wpłynął również na zawartość frakcji IDF i SDF. W surowych ziemniakach zawartość frakcji SDF i IDF była bardzo zbliżona, a stosunek frakcji

IDF/SDF wynosił 0,99. W ziemniakach pieczonych można zaobserwować istotne, pozorne obniżenie zawartości frakcji SDF, w porównaniu do ziemniaków surowych oraz gotowanych w wodzie i parze, niezależnie od formy surowca. Najwyższą zawartością frakcji SDF i IDF charakteryzowały się ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane w parze, odpowiednio 2,13 g/100 g produktu i 1,87 g/100 g produktu. Z przeglądu literatury wynika, że obróbka technologiczna nasion roślin strączkowych wpływa na wzrost zawartości frakcji IDF [20]. Podobną tendencję zaobserwować można w badaniach własnych w przypadku zawartości frakcji IDF w ziemniakach gotowanych w wodzie i w parze oraz w frakcji SDF w ziemniakach pieczonych.

Po obróbce cieplnej w wodzie istotnie wyższą zawartością frakcji IDF cechowały się ziemniaki obrane całe (1,46%), po procesie pieczenia ziemniaki nieobrane całe (1,35%), a po obróbce cieplnej w parze ziemniaki obrane rozdrobnione (1,87%). W przypadku surowca gotowanego na parze, obranego rozdrobnionego, zawartość frakcji SDF pozornie wzrosła, ponad czterokrotnie w porównaniu do surowca nieobranego całego. Najwyższy stosunek frakcji IDF/SDF stwierdzono dla ziemniaków nieobranych całych gotowanych w parze (3,14), natomiast najniższy dla obranych rozdrobnionych również gotowanych na parze (0,88). W badaniach Englysta i in. [8] zawartość TDF-u w ziemniakach gotowanych w wodzie przez 5 minut kształtowała się na poziomie 2,4 g/100 g produktu, co jest wartością zbliżoną do uzyskanych w badaniach własnych podczas obróbki cieplnej w wodzie prowadzonej do uzyskania pełnej miękkości surowca, a więc przez 25 minut.

Ziemniaki charakteryzowały się także dużym zróżnicowaniem pod względem zawartości neutralnego błonnika po-

karmowego i jego frakcji (tab. 4). Największą zawartością NDF-u i ADF-u cechowały się ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane w parze, odpowiednio 1,32% i 1,25%, co potwierdzają również badania Góreckiej [9]. Zastosowana obróbka cieplna wpłynęła w zróżnicowany sposób na zawartość poszczególnych frakcji. Dominującą frakcją w ziemniakach surowych była frakcja hemicelulozowa (0,4%).

Wszystkie zastosowane procesy technologiczne wpłynęły z jednej strony na pozorny przyrost frakcji ligninowej, z drugiej zaś na pozorne obniżenie zawartości frakcji hemicelulozowej w odniesieniu do ziemniaków surowych. Wykazano również istotny, pozorny przyrost frakcji celulozowej po obróbce cieplnej ziemniaków w wodzie. Również nie bez znaczenia był wpływ formy surowca poddanego różnym procesom technologicznym na zawartość frakcji błonnika pokarmowego. Istotnie wyższą zawartością frakcji hemicelulozowej cechowały się ziemniaki nieobrane całe gotowane w parze i pieczone, odpowiednio 0,33% i 0,35% oraz obrane rozdrobnione gotowane w wodzie (0,23%). W przypadku frakcji celulozowej istotnie wyższą jej zawartość stwierdzono w ziemniakach obranych całych gotowanych w wodzie (0,77%) oraz rozdrobnionych gotowanych w parze i pieczonych, odpowiednio 0,46% i 0,29%. Również zawartość frakcji ligninowej zmieniała się w zależności od formy surowca i rodzaju zastosowanej obróbki cieplnej. Istotnie wyższą zawartością tej frakcji cechowały się ziemniaki nieobrane całe gotowane w wodzie (0,56%) oraz obrane całe pieczone (0,68%), a także po gotowaniu na parze, niezależnie od formy surowca.

Według Anderson i Clydesdale [1] przyrost frakcji ligninowej tłumaczony jest tworzeniem się produktów reakcji Maillarda, które oznaczane są wraz z frakcją ligninową.

**Tabela 4. Wpływ obróbki termicznej ziemniaków na zawartość NDF i jego frakcji [g/100g produktu]**

**Table 4. Effect of thermal treatment of potatoes on the content of NDF and its fractions [g/100g of product]**

Rodzaj surowca	NDF	ADF	Hemicelulozy	Celuloza	Lignina
Z[S]	0,96±0,04 <sup>b</sup>	0,56±0,04 <sup>a</sup>	0,40±0,00 <sup>h</sup>	0,33±0,06 <sup>d</sup>	0,23±0,04 <sup>a</sup>
Z[W]nc	1,12±0,00 <sup>c,d</sup>	1,00±0,01 <sup>d,e</sup>	0,11±0,01 <sup>c,d</sup>	0,44±0,01 <sup>e</sup>	0,56±0,00 <sup>c</sup>
Z[W]oc	1,05±0,06 <sup>b,c</sup>	1,04±0,06 <sup>e</sup>	0,01±0,00 <sup>a</sup>	0,77±0,05 <sup>g</sup>	0,27±0,03 <sup>a</sup>
Z[W]or	1,16±0,06 <sup>c,d,e</sup>	0,93±0,04 <sup>d</sup>	0,23±0,03 <sup>f</sup>	0,53±0,00 <sup>f</sup>	0,39±0,04 <sup>b</sup>
Z[P]nc	1,16±0,06 <sup>d,e</sup>	0,83±0,03 <sup>c</sup>	0,33±0,03 <sup>g</sup>	0,04±0,01 <sup>a</sup>	0,79±0,03 <sup>e</sup>
Z[P]oc	1,23±0,03 <sup>e,f</sup>	1,06±0,02 <sup>e</sup>	0,18±0,01 <sup>e,f</sup>	0,28±0,02 <sup>c,d</sup>	0,78±0,00 <sup>e</sup>
Z[P]or	1,32±0,03 <sup>f</sup>	1,25±0,03 <sup>f</sup>	0,07±0,01 <sup>b,c</sup>	0,46±0,02 <sup>e,f</sup>	0,79±0,04 <sup>e</sup>
Z[Pi]nc	0,99±0,03 <sup>b</sup>	0,64±0,02 <sup>a,b</sup>	0,35±0,04 <sup>g,h</sup>	0,21±0,01 <sup>b,c</sup>	0,43±0,01 <sup>b</sup>
Z[Pi]oc	0,85±0,01 <sup>a</sup>	0,83±0,00 <sup>c</sup>	0,02±0,00 <sup>a,b</sup>	0,15±0,03 <sup>b</sup>	0,68±0,02 <sup>d</sup>
Z[Pi]or	0,81±0,02 <sup>a</sup>	0,67±0,01 <sup>b</sup>	0,14±0,01 <sup>d,e</sup>	0,29±0,01 <sup>d</sup>	0,37±0,01 <sup>b</sup>

a-f – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w kolumnie wskazują na różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$ ;

Z[S] – ziemniaki surowe całe, Z[W]nc – ziemniaki nieobrane całe gotowane w wodzie, Z[W]oc – ziemniaki obrane całe gotowane w wodzie, Z[W]or – ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane w wodzie, Z[P]nc – ziemniaki nieobrane całe gotowane na parze, Z[P]oc – ziemniaki obrane całe gotowane na parze, Z[P]or – ziemniaki obrane rozdrobnione gotowane na parze, Z[Pi]nc – ziemniaki nieobrane całe pieczone, Z[Pi]oc – ziemniaki obrane całe pieczone, Z[Pi]or – ziemniaki obrane rozdrobnione pieczone

**Źródło:** Badania własne

## WNIOSKI

1. Badane surowce charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem pod względem zawartości błonnika pokarmowego i poszczególnych frakcji, przy czym większą zawartością błonnika pokarmowego cechowała się marchew.
2. Obróbka cieplna surowców wpłynęła w istotny sposób na zmianę zawartości błonnika pokarmowego, a kierunek tych zmian był również uzależniony od formy surowca.
3. Istotnie większą zawartością błonnika pokarmowego cechowała się marchew obrana cała gotowana w wodzie oraz nieobrana cała gotowana na parze. Natomiast w przypadku ziemniaków największą zawartość błonnika pokarmowego stwierdzono w surowcu obranym rozdrobnionym gotowanym na parze.
4. Poszczególne surowce cechowały się zróżnicowanym składem frakcyjnym, a dominującą frakcją, niezależnie od zastosowanych procesów technologicznych i formy surowca, była nierozpuszczalna frakcja błonnika pokarmowego.



5. Obróbka cieplna surowców wpłynęła na zmianę zawartości poszczególnych frakcji błonnika pokarmowego. Stwierdzono istotne, pozorne obniżenie zawartości frakcji hemicelulozowej, a pozorne zwiększenie zawartości frakcji ligninowej i celulozowej po obróbce cieplnej.
6. Zróżnicowana zawartość poszczególnych frakcji w błonniku pokarmowym warzyw będzie determinować fizjologiczne oddziaływanie błonnika w organizmie człowieka.

## LITERATURA

- [1] **ANDERSON N. E., CLYDESDALE F. M. 1980.** *Effect of processing on the dietary fiber content of wheat bran, pureed green beans, and carrots.* Journal of Food Science, 45, 1533.
- [2] **ASP N.G., JOHANSSON C.G., HALLMER H., SILJESTROM M. 1983.** *Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 3, 476-482.
- [3] **BABIO N., BALANZA R., BASULTO J., BULLÓ M., SALAS-SALVADÓ J. 2010.** *Dietary fibre: influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile.* Nutricion Hospitalaria, 25, 3, 327-340.
- [4] **BRANDT L. M., JELTEMA M. A., ZABIK M. E., JELTEMA B. D. 1972.** *Effects of cooking of varying pH on the dietary fiber components of vegetables.* Journal of Food Science, 49, 900-909.
- [5] **CADDEN A. M. 1987.** *Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers.* Journal of Food Science, 52 (6), 1595-1599.
- [6] **Codex 2009.** Report on the 30th session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. ALINORM 09/32/26, Appendix II. Rome: Codex Alimentarius Commission: 46.
- [7] **DEVRIES J.W. 2001.** The definition of dietary fiber. ACC Report Cereal Foods World, 46 (3), 112-129.
- [8] **ENGLYST H. N., BINGHAM S. A., RUNSWICK S.A., COLLINSON E., CUMMINGS J. H. 1988.** *Dietary fibre (non-starch polysaccharides) in fruit, vegetables and nuts.* Journal of Human Nutrition and Dietetics 1: 247-286.
- [9] **GÓRECKA D. 2004.** Zabiegi technologiczne jako czynniki determinujące właściwości funkcjonalne włókna pokarmowego. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe, 344, 1-79.
- [10] **GÓRECKA D. 2008.** *Wpływ sposobu obróbki termicznej warzyw i owoców na właściwości funkcjonalne błonnika pokarmowego.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 41 (3), 575-584.
- [11] **GÓRECKA D., DZIEDZIC K., SELL S. 2010.** *Wpływ zabiegów technologicznych stosowanych podczas produkcji kaszy gryczanej na zawartość błonnika pokarmowego.* Nauka. Przyroda. Technologie, 4 (2), 1-9.
- [12] **GÓRECKA D., ANIOŁA J. 2014.** Błonnik pokarmowy. W „Żywność prozdrowotna – składniki i technologia”. Red. J. Czapski, D. Górecka, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, 100-113.
- [13] **HERRANZ J., VIDAL-VALVERDE C., ROJAS-HIDALGO E. 1983.** *Cellulose, hemicellulose and lignin content in raw and cooked processed vegetables.* Journal of Food Science, 48: 274-275.
- [14] **JONES J. 2000.** *Update on defining dietary fiber.* Cereal Foods World, 45 (5), 219-220.
- [15] **KOZŁOWSKA L. 2010.** *Rola błonnika pokarmowego w utrzymaniu prawidłowej pracy jelit.* Żywność dla zdrowia, 13 (8), 23-27.
- [16] **MATHEE B V., APPELDORF A. 1980.** *Effect of cooking on vegetable fiber.* Journal of Food Science, 45: 336-340.
- [17] **McQUEEN R. E., NICHOLSON J. W. G. 1979.** *Modification of the neutral detergent fiber procedure for cereals and vegetables by using  $\alpha$  – amylase.* Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 62: 676-680.
- [18] **Van SOEST P. J. 1963.** *Use of detergents in the analysis fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content.* Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 46: 825-835.
- [19] **Van SOEST P. J. 1967.** *Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents.* Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 50: 50-55.
- [20] **VENNA A., UROOJ A., PUTARAJ S. 1995.** *Effect of processing on the composition of dietary fibre and starch in some legumes.* Nahrung 39, 2, 132-138.
- [21] **WESTENBRINK S., BRUNT K., van DER KAMP J-W. 2013.** *Dietary fibre: Challenges in production and use of food composition data.* Food Chemistry, 140, 562-567.

Mgr inż. Przemysław KOWALCZEWSKI

Dr hab. inż. Anna SIP

Prof. dr hab. inż. Grażyna LEWANDOWICZ

Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## AKTYWNOŚĆ PRZECIWDROBNOUSTROJOWA SOKU ZIEMNIACZANEGO®

### Antimicrobial activity of potato juice®

*Praca została wykonana w ramach projektu nr POIG 01.01.02-00-061/09 pt. „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych” realizowanego w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka, 2007-2013*

**Słowa kluczowe:** aktywność przeciwdrobnoustrojowa, sok z ziemniaka, hydrolizat soku ziemniaczanego, frakcja niskocząsteczkowa soku ziemniaczanego, bioaktywność.

*Doniesienia literaturowe wskazują, że sok z ziemniaków może być cennym źródłem związków bioaktywnych korzystnie oddziałujących na organizm człowieka. Jak dotąd nie scharakteryzowano jednak w pełni aktywności przeciwdrobnoustrojowej tego produktu. Dlatego też, w niniejszej pracy oceniono aktywność przeciwdrobnoustrojową suszu soku ziemniaczanego powstałego w procesie suszenia rozpyłowego oraz sublimacyjnego, jego hydrolizatu oraz frakcji odbiałzonej. W testach bioaktywności zastosowano szczepy bakterii z rodzajów: Bacteroides, Listeria, Salmonella, Clostridium, Escherichia, Enterococcus, Lactobacillus, Staphylococcus, Yersinia oraz drożdże Candida i Saccharomyces. Aktywność przeciwdrobnoustrojową oznaczano metodą punktowo-dyfuzyjną. Dodatkowo zbadano zawartość glikoalkaloidów, mikro- i makroelementów, witamin z grupy B oraz witaminy C w soku z ziemniaków, a także podjęto próbę określenia ich wpływu na bioaktywność. Przeprowadzone badania wykazały, że żaden z zastosowanych preparatów niezależnie od składu chemicznego i sposobu wytworzenia nie wykazywał aktywności antagonistycznej w stosunku do mikroorganizmów patogennych, probiotycznych i komensalnych.*

**Key words:** antimicrobial activity, potato juice, bioactivity, deproteinization of potato juice.

*There are information in the literature that potato juice could be a valuable source of bioactive compounds revealing beneficial effect on the human health. However, the antimicrobial activity on this product has not been fully established so far. The aim of this study was to evaluate the antimicrobial activity of dried potato juice obtained by spray or sublimation drying, as well as products of its enzymatic hydrolysis and deproteinization. The bacteria of the genera Bacteroides, Listeria, Salmonella, Clostridium, Escherichia, Enterococcus, Lactobacillus, Staphylococcus, Yersinia as well as yeasts: Candida and Saccharomyces were used in the study. Antimicrobial activity was determined using the spot-diffusion method. Additionally, characterization of the juice in terms the content of glycoalkaloids, vitamins C and the B group, as well as micro- and macroelements was made. The study showed that none of the investigated species had activity against all pathogenic, commensal and probiotic microflora.*

## WSTĘP

W medycynie tradycyjnej w leczeniu wielu chorób, zarówno o charakterze metabolicznym jak i infekcyjnym wykorzystywane są rośliny i otrzymywane z nich ekstrakty [10, 21]. Przydatność terapeutyczna surowców roślinnych wiąże się przede wszystkim z ich aktywnością przeciwdrobnoustrojową. Aktywność taką w stosunku do szeregu patogennych dla człowieka bakterii (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. typhi* czy *S. flexneri*) wykazują między innymi czosnek, imbir, goździki czy pieprz czarny [2]. W większości przypadków jest to konsekwencją działania zawartych w nich olejków eterycznych [10, 20, 21].

Stosowanie soku z ziemniaka w celach terapeutycznych również ma wieloletnią tradycję. Produkt ten jest ceniony zwłaszcza w europejskiej i chińskiej medycynie ludowej

[12, 29, 32]. Przeprowadzone w ostatnich latach badania kliniczne potwierdzają jego skuteczność w leczeniu schorzeń przewodu pokarmowego [7, 32]. Lecnicze działanie soku z ziemniaka przypisywane jest obecności w nim wielu związków chemicznych, między innymi białek o właściwościach przeciwwzapalnych, będących inhibitorami proteaz [26, 27]. Istnieją również prace wskazujące na przeciwdrobnoustrojowe działanie białek wyizolowanych z bulw ziemniaka [13, 14]. Generalnie, białka soku z ziemniaka, ze względu na swój skład aminokwasowy, są uważane za najbardziej wartościowy składnik tego surowca i stosowane w żywieniu zwierząt w postaci tzw. Koncentratu, powstającego w procesie koagulacji kwasowo-termicznej [24, 31]. Sok z ziemniaka, oprócz frakcji białkowej, zawiera szereg cennych substancji odżywczych takich jak witaminy czy makro- i mikroelementy, jednak ogromne obawy budzi obecność w nim

glikoalkaloidów, głównie solaniny i chaconiny [5], powszechnie uznanych za toksyczne. Tymczasem długoletnie doskonalenie rodów ziemniaka prowadzone przez polskie instytucje badawcze spowodowało, iż polskie odmiany ziemniaka odznaczają się nie tylko wysoką plennością, doskonałymi cechami organoleptycznymi, odpornością na choroby, ale również relatywnie niską zawartością glikoalkaloidów [25, 28, 33].

Niskocząsteczkowa, bezbiałkowa frakcja soku z ziemniaka, zawierająca m.in. glikoalkaloidy wykazuje szereg istotnych działań, które mogą być przydatne w leczeniu. Na szczególną uwagę zasługuje jej działanie antyproliferacyjne w stosunku do komórek nowotworowych przewodu pokarmowego [18, 23], jak również aktywność przeciwdziałająca stwierdzona nie tylko w badaniach *in vitro* ale również *in vivo* [19]. Sok z ziemniaka może wykazywać także aktywność przeciwdrobnoustrojową. Przykładowo, Bontempo i in. [4] wykazali, że ekstrakt ziemniaków, bogatej w antocyjany odmiany *Solanum tuberosum* L. var. Vitelotte, ma właściwości antagonistyczne w stosunku do *Staphylococcus aureus*. Z kolei Bennett i Roberts [3] aktywność antagonizującą soku ziemniaczanego stwierdzili w odniesieniu do *Helicobacter pylori*. Jak dotąd czynniki odpowiedzialne za właściwości przeciwdrobnoustrojowe soku z ziemniaka nie zostały jednak dokładnie zidentyfikowane. Przedstawione w literaturze dane dotyczące działania przeciwdrobnoustrojowego tego produktu, a zwłaszcza jego frakcji niskocząsteczkowej zawierającej glikoalkaloidy [15], są kontrowersyjne. W literaturze brak jest też danych dotyczących zakresu aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku z ziemniaka. W związku z powyższym za celowe uznano przeprowadzenie dokładnych badań w tym kierunku.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku z ziemniaka, jego hydrolizatu oraz frakcji odbiałzonej w stosunku do mikroorganizmów zarówno patogennych, probiotycznych jak i komensalnych.**

## MATERIAŁY I METODY

### Material badany

Badanym materiałem był sok ziemniaczany uzyskany z Zakładu Produkcyjnego w Stawie będącego częścią Wielkopolskiego Przedsiębiorstwa Przemysłu Ziemniaczanego w Luboniu oraz otrzymane z niego produkty:

- ▶ liofilizat,
- ▶ susz powstały w wyniku suszenia rozpyłowego,
- ▶ odciek (supernatant) powstały w wyniku termicznej koagulacji białka,
- ▶ hydrolizat enzymatyczny.

Suszenie sublimacyjne przeprowadzono za pomocą liofilizatora LMC-1 firmy Christ (Niemcy) w następujących warunkach:

- ▶ Zamrażanie: -40°C, ciśnienie atmosferyczne, czas 3 h,
- ▶ Suszenie właściwe: temperatura półki +10°C, ciśnienie 0,12 mbar, czas 40 h,
- ▶ Dosuszanie: temperatura półki +22°C, ciśnienie 0,04 mbar, czas 4 h.

Suszenie rozpyłowe wykonano z użyciem półtechnicznej suszarni P-6.3 firmy Niro Atomizer (Dania) przy zastosowaniu temperatur powietrza: 170°C na wlocie do komory suszarniczej, 95°C na wylocie oraz szybkości podawania soku 12 l/h.

Koagulację termiczną przeprowadzono poprzez sterylizację soku ziemniaczanego w temperaturze 121°C przez 15 min. Następnie otrzymany produkt wirowano (5000 g, 15 min) i dekantowano. Otrzymany supernatant stosowano do dalszych badań.

Surowcem do otrzymywania hydrolizatu był sok pięciokrotnie zatężony w procesie kriokoncentracji otrzymany zgodnie z metodyką opisaną i przedyskutowaną szczegółowo w pracy Lewandowicz i in. [18]. Otrzymany produkt o stężeniu ekstraktu 30,5° Brix kierowano do bioreaktora III (New Brunswick Scientific Co., Inc. USA) wyposażonego w ultrafiltracyjny moduł separacyjny. Stosowano membranę ceramiczną firmy Tami o punkcie odcięcia 5 kDa i powierzchni filtracyjnej 0,06 m<sup>2</sup>. Następnie pH produktu doprowadzano do poziomu 8,0 i dodawano enzym Alcalase 2,4L FG. Proces hydrolizy prowadzono w sposób ciągły w temp. 30°C, odbierając produkt i uzupełniając układ świeżym surowcem.

Zawartość solaniny i chaconiny oznaczano metodą HPLC za pomocą chromatografu Waters wyposażonego w kolumnę XBridge C18 3,5µm, 3,0 x 100mm, stosując nastrzyk 10 µl. Rozdział miał charakter izokratyczny i był prowadzony przy prędkości przepływu fazy ruchomej 1 ml/min. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina acetonitrylu i 0,1M roztwór KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (20:80 v/v). Detekcji dokonywano przy długości fali 200 nm na detektorze Waters 2998 (Photodiode Array detektor) [30].

Zawartość Ca, Mg, Fe i Mn oznaczano wg metody Zawadzka i Wojciechowska-Mazuer (1984) wykorzystując płomieniową spektrometrię absorpcji atomowej, natomiast Pb i Cd bezpłomieniową AAS.

Zawartość witamin z grupy B i witaminę C oznaczono techniką HPLC przy użyciu zestawu Agilent Technologies 1200 series z detektorem diodowym G1315C z przeglądem widma 220-400 nm. Do oznaczeń wykorzystywano kolumnę SB-C18 1,8 µm, 4,6x500mm (Agilent). Jako eluent stosowano A: 0,04M NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> pH 2,5 (kwas ortofosforowy), B: metanol, przy przepływie 1 ml/min, w gradiencie: 2 min 1% B, 3 min 12% B, 9min 20% B, 14 min 1% B. Oznaczenia prowadzono w temp. 35°C. Próby nanoszono na kolumnę w ilości 16µl. Identyfikacji jakościowej i ilościowej dokonano metodą standardu zewnętrznego z wykorzystaniem powierzchni pików (pomiar i integracja komputerowa z zastosowaniem ChemStation for LC 3D systems, Agilent).

### Badane szczepy i podłoża hodowlane

W testach bioaktywności stosowano szczepy bakterii z rodzajów: *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Bacteroides*, *Staphylococcus* oraz drożdże *Candida* i *Saccharomyces*. Pochodzenie badanych mikroorganizmów i warunki ich hodowli przedstawiono w tab. 1.

Do wstępnego namnażania bakterii z rodzaju *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Escherichia*, *Staphylococcus* i *Enterococcus* stosowano bulion wzbogacony

**Tabela 1. Mikroorganizmy wykorzystane w badaniach i warunki ich hodowli**  
**Table 1. Microorganisms used in the experiments and their growth conditions**

Szcepy Strains	Pochodzenie Source	Pożywka Medium	Temp. [°C]	Inkubacja Incubation
<i>Bacterioides fragilis</i>	ATCC	Columbia	37	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Candida albicans</i> 10231	ATCC	SbB	30	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Clostridium bifermentans</i> 638	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Clostridium histolyticum</i> 19401	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> 12915, 13224	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Clostridium sporogens</i> 19404	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Enterococcus durans</i> 6056	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Enterococcus faecalis</i> S72	KBiMŻ <sup>3</sup>	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Escherichia coli</i> O157:H7, 10536	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 25/07	KBiMŻ <sup>2</sup>	MRS	38	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Lactobacillus casei</i> 35/08	KBiMŻ <sup>2</sup>	MRS	37	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Lactobacillus fermentum</i> 9338	ATCC	MRS	30	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Lactobacillus plantarum</i> 25	KBiMŻ <sup>2</sup>	MRS	30	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> 9595	ATCC	MRS	37	beztlenowa - anaerobic <sup>a</sup>
<i>Listeria innocua</i> 33090	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Listeria monocytogenes</i> 54	KBiMŻ <sup>1</sup>	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Listeria ivanovi</i> 35967	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Sacharomyces cerevisiae</i> 1	KBiMŻ	SbB	25	tlenowa - aerobic
<i>Salmonella enteritidis</i> 05/07	WSSE <sup>2</sup>	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Salmonella typhi</i> 6539	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Salmonella typhimurium</i> 13311	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Staphylococcus aureus</i> 03/07	WSSE <sup>2</sup>	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Yersinia enterocolitica</i> 9610	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic

<sup>1</sup> izolaty kliniczne; <sup>2</sup> izolaty z produktów mlecznych; <sup>3</sup> izolaty środowiskowe; <sup>a</sup> warunki beztlenowe (85% N<sub>2</sub>, 15%CO<sub>2</sub>) wytwarzano za pomocą systemu do hodowli beztlenowych (Anaxomat)

NB: bulion wzbogacony, Biocorp, Polska; MRS: pożywka MRS, Biocorp Polska; Columbia: Columbia Agar, BioMerieux, Polska; ; SB: bulion Scheadlera, Biocorp, SbB: bulion Sabourauda BTL, Polska

ATCC: Amerykańska Kolekcja Czystych Kultur, Rockville, USA; WSSE: Wojewódzka Stacja Sanitaro-Epidemiologiczna w Bydgoszczy, Polska; KBiMŻ: Kolekcja Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Polska;

<sup>1</sup> clinical isolates; <sup>2</sup> isolates from dairy products; <sup>3</sup> environmental isolates; <sup>a</sup> anaerobic environment (85% N<sub>2</sub>, 15%CO<sub>2</sub>) was obtained in a system dedicated for this purpose (Anaxomat)

NB: Nutrient Broth, Biocorp, Poland; MRS: MRS Broth (DE MAN ET AL. 1960), Biocorp Poland Columbia: Columbia Agar, BioMerieux, Poland; SB: bulion Scheadlera, Biocorp, SbB: Sabouraud Broth, BTL, Poland

ATCC: American Type Culture Collection, Rockville, USA; WSSE: Provincial Sanitary Epidemiological Station in Bydgoszcz, Poland; KBiMŻ: Culture Collection of Department of Biotechnology and Food Microbiology, University of Live Sciences, Poznan, Poland;

**Źródło:** Badania własne

(NB, BTL, Polska) z dodatkiem 2% glukozy (POCH, Polska). Bateria *Lactobacillus* namnażano w podłożu MRS (BTL, Polska), *Clostridium* w podłożu RCM (Oxoid, Wielka Brytania), a drożdże *Sacharomyces* w brzezce.

### Testy przeciwdrobnoustrojowe

Aktywność przeciwdrobnoustrojową oznaczano metodą punktowo-dyfuzyjną. Podłoża agarowe odpowiednie dla wzrostu badanych mikroorganizmów zaszczerpiono inokulatami w logarytmicznej fazie wzrostu w takiej ilości by uzyskać stężenie komórek na poziomie ok. 10<sup>6</sup> jtk/cm<sup>3</sup>. Następnie na zestalone podłoża agarowe nanoszono 20μl badanych preparatów zawierających 100 mg s.m./ml. Odciek po koagulacyjny oraz hydrolizat enzymatyczny dodatkowo badano w wyższym stężeniu, czyli odpowiednio 500 mg s.m./ml i 225 mg s.m./ml. Po 24-godzinnej inkubacji oceniano

stopień zahamowania wzrostu drobnoustrojów wskaźnikowych. Równolegle wykonano analogiczne testy na podłożu Müller-Hintona z dodatkiem 2% agaru (Oxoid, Wielka Brytania).

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Charakterystyka badanych preparatów na bazie soku z ziemniaka

Bulwy ziemniaka, a co za tym idzie i otrzymany z nich sok, jak również jego odbiałczona niskocząsteczkowa frakcja, zawierają w swoim składzie glikoalkaloidy [30] – związki o udokumentowanych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, skierowanych przeciwko patogenom roślin takim jak: *Alternaria brassicicola*, *Phoma medicaginis*, *Ascobolus crenulatus* i *Rhizoctonia solani* [8, 9, 22]. Głównymi przedstawicielami tych związków jest solanina i chakonina. Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka jest zależna od odmiany, warunków uprawy, zbioru i przechowywania [28]. Oznaczenia chromatograficzne przeprowadzone w ramach niniejszej pracy wykazały, że zawartość glikoalkaloidów w soku z ziemniaka, niezależnie od sposobu jego wysuszenia, była wyższa niż w jego odbiałczanym preparacie. Wskazuje to na zdolność wiązania się glikoalkaloidów z białkami i możliwość ich częściowego usuwania. Wyniki oznaczeń zawartości solaniny i chakoniny w badanych produktach przedstawiono w tab. 2.

W niskocząsteczkowej frakcji, oprócz glikoalkaloidów i soli, znajdują się także witaminy. Mimo stosunkowo niskiej ich zawartości, ziemniak jest głównym źródłem witaminy C w diecie przeciętnego Polaka, co ma związek z dużym spożyciem tego produktu w naszym kraju [28]. We frakcji niskocząsteczkowej badanej w prezentowanej pracy nie stwierdzono obecności witaminy C, a jedynie 2 witaminy z grupy B (tab. 3). Witamina C jest substancją nietrwałą i prawdopodobnie uległa rozkładowi w procesie utrwalania i separacji.

Oznaczenie składu mikro- i makroelementów soku ziemniaczanego z użyciem płomieniowej i bezpłomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (tab. 4) wykazało natomiast, że jest on bardzo bogatym źródłem żelaza, potasu i magnezu. 100 g suszu pokrywa aż 1320% dziennego zapotrzebowania na żelazo, 420% zapotrzebowania na potas oraz 150% na magnez. Równocześnie stwierdzono, że sok z ziemniaka zawiera metale ciężkie na bezpiecznym niskim poziomie [11].

**Tabela 2. Zawartość solaniny i chakoniny**  
**Table 2. The content of solanine and chaconine**

Próba Sample	Zawartość solaniny ± SD The content of solanine [µg/g SM]	Zawartość chakoniny ± SD The content of chaconine [µg/g SM]
Sok ziemniaczany Potato juice	591,19 ± 11,36	990,06 ± 19,88
Odciek po koagulacji białka The effluent after protein coagulation	473,20 ± 10,97	436,11 ± 11,45

Źródło: Badania własne

**Tabela 3. Zawartość witamin z grupy B w niskocząsteczkowej frakcji soku ziemniaczanego**  
**Table 3. Contents of B vitamins in the low molecular weight fraction of potato juice**

Witamina Vitamin	Zawartość ± SD Content ± SD [mg/g SM]
Ryboflawina (B2)	1,09 ± 0,11
Biotyna (B7)	6,72 ± 0,24

Źródło: Badania własne

**Tabela 4. Zawartość mikro- i makroelementów w soku z ziemniaka**  
**Table 4. The content of micro-and macronutrients in potato juice**

Pierwiastek Chemical element	Zawartość ± SD Content ± SD
Fe	158,01 ± 1,28 [mg/100g]
K	8354 ± 17 [mg/100g]
Mg	551,50 ± 21,92 [mg/100g]
Mn	3,27 ± 0,01 [mg/100g]
Zn	7,96 ± 0,13 [mg/100g]
Ca	135,04 ± 4,62 [mg/100g]
Cu	18 ± 2,2 [µg/1g]
Pb	3,05 ± 0,5 [µg/1g]
Cd	7,0 ± 0,2 [µg/1g]

Źródło: Badania własne

### Aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Wybrane do badań szczepy mikroorganizmów reprezentowały grupy drobnoustrojów istotne z punktu widzenia fizjologii człowieka, o zróżnicowanym metabolizmie, a więc w odmienny sposób wpływające na zdrowie gospodarza. Do oceny ich aktywności zastosowano metodę punktowo-dyfuzyjną, powszechnie wykorzystywaną w badaniach prowadzonych w tym kierunku.

Przeprowadzone testy aktywności nie wykazały wpływu żadnego z 4-ch badanych preparatów z soku ziemniaczanego na wzrost zastosowanych w pracy mikroorganizmów wskaźnikowych. W związku z tym, że żadna z badanych próbek nie oddziaływała na mikroorganizmy będące naturalnymi komponentami mikrobioty jelitowej, stwierdzono, że spożywanie produktów zawierających sok z ziemniaka nie będzie zmieniało składu mikroekosystemu jelitowego. Uzyskane rezultaty są jednak odmienne od danych literaturowych

wskazujących na aktywność przeciwdrobnoustrojową soku z ziemniaka i sugerujących jego potencjał terapeutyczny [13, 17]. Różnice w składzie badanych produktów, postępowaniu analitycznym, a także odmienne pochodzenie stosowanych w pracy drobnoustrojów wskaźnikowych są prawdopodobnie przyczyną stwierdzonego w niniejszej pracy braku aktywności. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa w stosunku do *Clostridium perfringens* i *Escherichia coli* została jak dotąd wykazana jedynie w toku badań klinicznych prowadzonych z zastosowaniem soku ziemniaka odmian Juice Valley i Gogu Yalley [17]. Ustalono jednocześnie, że suplementacja diety ludzi zdrowych sokiem ziemniaków ww. odmian powodowała wzrost liczebności bakterii *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* [17]. W literaturze brak jest jednak wyników badań *in-vitro* potwierdzających takie działanie. W obliczu zaobserwowanego w badaniach własnych braku aktywności przeciwdrobnoustrojowej, wyniki Lee [17] wyjaśnić można pośrednim działaniem soku ziemniaczanego na mikroflorę patogenną przewodu pokarmowego. Stymulowanie wzrostu korzystnych dla zdrowia człowieka bakterii fermentacji mlekowej, często o silnej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, prawdopodobnie powodowało wypieranie drobnoustrojów patogennych. W przeprowadzonych w niniejszej pracy badaniach modelowych nie stwierdzono wpływu przetworzonego soku z ziemniaka na wzrost bakterii probiotycznych i komensalnych.

Badania opublikowane przez zespół Jin i wsp. [13] pokazują, że wyekstrahowane białka ziemniaczane w postaci roztworu wodnego, wykazują zdolność do hamowania wzrostu bakterii *E. coli*, *Salmonella Choleraesuis*, *Salmonella Gallinarum*, a także *Staphylococcus aureus*. Wymienieni badacze ustalili ponadto, że minimalne stężenie soku z ziemniaka ograniczające wzrost ww. bakterii wynosiło od 300 do 500 µg/ml, czyli było o dwa rzędy wielkości niższe niż zastosowane w naszym badaniu. Prawdopodobnie i w tym przypadku różnice w składzie badanego materiału były główną przyczyną zaobserwowanych rozbieżności. Jin i wsp. [13] badali frakcję białkową wyizolowaną z bulw *S. tuberosum* L. cv. Gogu Valley, natomiast w naszej pracy analizowano sok otrzymany z ziemniaków wysokoskrobiowych, przetwarzanych w toku kampanii krochmalniczej. Zatem badane preparaty stanowiły mieszaninę różnych związków o charakterze białkowym i niebiałkowym. W badaniach prowadzonych metodą punktowo-dyfuzyjną nie zaobserwowano inhibicji wzrostu bakterii *E. coli* i *C. perfringens* pod wpływem preparatów zawierających białka ziemniaczane, jak również frakcji niskocząsteczkowej. Przeprowadzone w niniejszej pracy doświadczenia nie obejmowały badań interakcji między różnymi rodzajami bakterii oraz wpływu soku ziemniaczanego na wzrost bakterii *Lactobacillus*. Badania w tym kierunku mogą wyjaśnić mechanizm działania przeciwdrobnoustrojowego, sugerowanego przez innych autorów, dlatego są już przedmiotem naszych kolejnych badań.

Wyniki badań aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku z ziemniaka opublikowane przez innych autorów wskazują, że wpływ na nią może mieć m.in. potencjał antyoksydacyjny tego surowca [4]. Nasze wcześniejsze doświadczenia wykazały, że niektóre metody przetwórstwa, takie jak hydroliza enzymatyczna czy suszenie rozpyłowe soku z ziemniaka, podwyższają potencjał antyoksydacyjny [16]. W niniejszej pracy przebadano więc także działanie hydrolizatu soku

z ziemniaka oraz frakcji odbiałczonej o wyższym potencjale antyoksydacyjnym w stosunku do świeżego surowca [16, 23]. Przeprowadzone badania nie potwierdziły wpływu żadnej z metod przetwórstwa, a co za tym idzie i potencjału oksydoredukcyjnego soku na jego aktywność przeciwdrobnoustrojową. Również zastosowanie podwyższonych stężeń hydrolizatu i odcieku nie spowodowało zahamowania wzrostu żadnego z badanych drobnoustrojów. Hydroliza enzymatyczna także nie nadała badanym próbkom soku z ziemniaka zdolności do hamowania wzrostu drobnoustrojów. Doniesienia literaturowe wskazują jednak, że hydrolizaty białek np. mleka mają wyższą aktywność w stosunku do surowca wyjściowego. W wyniku hydrolizy białek często powstają nowe bioaktywne peptydy, które silniej oddziałują na mikroflorę [1, 6]. Analizowany produkt otrzymany w wyniku hydrolizy soku ziemniaczanego był jednak pozbawiony peptydów o takim działaniu.

## WNIOSKI

Sok z ziemniaka oraz preparaty jego przetwórstwa, w stężeniu 100 mg s.m./ml, nie ograniczały wzrostu szczepów bakterii chorobotwórczych *Escherichia coli* O157:H7, *Clostridium histolicum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Listeria ivanovii*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shaphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, bakterii komensalnych, *Bacteroides*, *Clostridium bifermentas*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus durans* oraz probiotycznych *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* i *Lactobacillus fermentum* a także drożdży *Candida albicans* i *Saccharomyces cerevisiae*.

Przeprowadzone badania wykazały, że:

- ▶ zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego soku w wyniku procesów przetwórczych nie miało wpływu na jego aktywność przeciwdrobnoustrojową,
- ▶ peptydy powstałe w wyniku hydrolizy enzymatycznej białek soku ziemniaczanego nie wykazywały aktywności przeciwdrobnoustrojowej,
- ▶ hydrolizat soku z ziemniaka oraz odciek po koagulacji termicznej białek zastosowane w podwyższonych stężeniu (odpowiednio 225 i 500 mg s.m./ml) były również pozbawione aktywności w stosunku do badanych drobnoustrojów,
- ▶ nie stwierdzono związku pomiędzy składem, sposobem przetworzenia i stopniem zateżenia soku z ziemniaków, a jego aktywnością w stosunku do mikroorganizmów zarówno patogennych, jak i probiotycznych oraz komensalnych.

## LITERATURA

- [1] ALMAAS H., HOLM H., LANGSRUD T., FLENGSRUD R., VEGARUD G. 2006. *In vitro studies of the digestion of caprine whey proteins by human gastric and duodenal juice and the effects on selected microorganisms*. British Journal of Nutrition, 96, 562-569.
- [2] ARORA D., KAUR J. 1999. *Antimicrobial activity of spices*. International Journal of Antimicrobial Agents, 12 (3), 257-262.
- [3] BENNETT H., ROBERTS I. S. 2008. Treatment of gastrointestinal diseases. Pat. WO 2008053224.
- [4] BONTEMPO P., CARAFÀ V., GRASSI R., BASILE A., TENORE G., FORMISANO C., RIGANO D., ALTUCCI L. 2013. *Antioxidant, antimicrobial and anti-proliferative activities of Solanum tuberosum L. var. Violotte*. Food and Chemical Toxicology, 55, 304-312.
- [5] BURLINGAME B., B MOUILLE B., CHAR-RONDIERE R. 2009. *Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes*. Critical Review. Journal of Food Composition and Analysis, 22, 494-502.
- [6] CHENG X., TANG X., WANG Q., MAO X.Y. 2013. *Antibacterial effect and hydrophobicity of yak k-casein hydrolysate and its fractions*. International Dairy Journal, 31, 111-116.
- [7] CHRUBASIK S., CHRUBASIK C., TORDA T., MADISH A. 2006. *Efficacy and tolerability of potato juice in dyspeptic patients: A pilot study*. Phytomedicine 13, 11-15.
- [8] FEWELL A. M., RODDICK J. G. 1993. *Interactive antifungal activity of the glycoalkaloids  $\alpha$ -solanine and  $\alpha$ -chaconine*. Phytochemistry 33, 323-328.
- [9] FEWELL A. M., RODDICK J. G. 1997. *Potato glycoalkaloid impairment of fungal development*. Mycological research 101, 597-603.
- [10] HAMMER K., CARSON C., RILEY T. 1999. *Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts*. Journal of Applied Microbiology 86, 985-990.
- [11] JECFA 2003. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Sixty-first meeting Rome, 10-19 June 2003. Toxicological recommendations and information on specifications.
- [12] JI Y. B., GAO S. Y., JI C. F., ZOU X. 2008. *Induction of apoptosis in HepG2 cells by solanine and Bcl-2 protein*. Journal of Ethnopharmacology, 115, 194-202.
- [13] JIN Z., YANG Y. X., CHOI J. Y., SHINDE P. L., YOON S. Y., HAHN T.-W., LIM H. T., PARK Y., HAHM K.-S., JOO J. W., CHAE B. J. 2008. *Potato (Solanum tuberosum L. cv. Gogu valley) protein as a novel antimicrobial agent in weanling pigs*. Journal of Animal Science, 86, 1562-1572.
- [14] JIN-YOUNG K., SEONG-CHEOL P., MI-HYUN K., HAK-TAE L., YOONKYUNG P., KYUNG-SOO H. 2005. *Antimicrobial activity studies on a trypsin-chymotrypsin protease inhibitor obtained from potato*. Biochemical and Biophysical Research Communications, 330 (3), 921-927.
- [15] KORPAN Y. I., NAZARENKO E. A., SKRYSHEVSKAYA, MARTELET C., JAFFREZIC-RENAULT N., EL'SKAYA A. V. 2004. *Potato glycoalkaloids: true safety or false sense of security*. Trends in Biotechnology, 22, 147-151.

- [16] KOWALCZEWSKI P., CELKA K., BIAŁAS W., LEWANDOWICZ G. 2012. *Antioxidant activity of potato juice*. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 11(2), 175-181.
- [17] LEE, H. S. 2005. *Clinical effects of intake of Juice valley and Gogu valley towards fecal microflora of healthy human volunteers*. Food Science and Biotechnology, 14, 540-542.
- [18] LEWANDOWICZ G., KOWALCZEWSKI P., BIAŁAS W., OLEJNIK A., RYCHLIK J. 2012. *Rozdział frakcji soku ziemniaczanego różniących się masą cząsteczkową i charakterystyka ich aktywności biologicznej*. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 266, 331-344.
- [19] LEWANDOWICZ G., KOWALCZEWSKI P., OLEJNIK A., JODYNIS-LIEBERT J., KUJAWSKA M., LESIECKI M. 2014. *Sposób otrzymywania preparatu z soku ziemniaka oraz jego zastosowanie*. Zgłoszenie Patentowe PL nr P.406918 z dnia 24.01.2014.
- [20] MAHASNEH A., EL-OQLAH A. 1999. *Antimicrobial activity of extracts of herbal plants used in the traditional medicine of Jordan*. Journal of Ethnopharmacology, 64, 271-276.
- [21] MARČETIĆ M., PETROVIĆ S., MILENKOVIĆ M., NIKETIĆ M. 2014. *Composition, antimicrobial and antioxidant activity of the extracts of Eryngium palmatum Pančić and Vis. (Apiaceae)*. Central European Journal of Biology, 9(2), 149-155.
- [22] MILNER S., BRUNTON N., JONES P., O'BRIEN N., COLLINS S., MAGUIRE A. 2011. *Bioactivities of glycoalkaloids and their aglycones from Solanum species*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59, 3454-3484.
- [23] OLEJNIK A., BIAŁAS W., TOMCZYK J., LEWANDOWICZ G. 2011. *Cytotoksyczność i genotoksyczność soku z ziemniaka*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, 205, 118-125.
- [24] PASTUSZEWSKA B., TACIAK M., TUŚNIO A. 2007. *Koncentrat białka ziemniaczanego w żywieniu zwierząt monogastrycznych*. Postępy Nauk Rolniczych 5, 91-106.
- [25] PEKSA A., GOLUBOWSKA G., ANIOŁOWSKI K., LISIŃSKA G., RYTEL E. 2006. *Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chip processing*. Food Chemistry, 97, 151-156.
- [26] POUVREAU L., GRUPPEN H., PIERSMA S. R., VAN DEN BROEK A. M., VAN KONINGSVELD G. A., VORAGEN A. G. J. 2001. *Relative Abundance and Inhibitory Distribution of Protease Inhibitors in Potato Juice from cv. Elkana*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 2864-2874.
- [27] RUSELER-VAN EMBDEN J. G. H., VAN LIESHOUT L. M. C., LAMAN J. D. 2004. *Methods and means for preventing or treating inflammation or pruritis*, Patent USA 6,723,354.
- [28] RYTEL E. 2010. *Wybrane substancje odżywcze i antyżywniowe ziemniaka i zmiany ich zawartości podczas przetwarzania na produkty spożywcze*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 557, 43-61.
- [29] SALEEM T. S. M., CHETTY C. M., RAMKANTH S., ALAGUSUNDARAM M., GNANAPRAKASH K., RAJAN V. S. T., ANGALAPARAMESWARI S. 2009. *Solanum nigrum Linn. – A review*. Pharmacognosy Reviews, 3 (6), 342-345.
- [30] STOBIECKI M., MATYSIAK-KATA I., FRASIŃSKI R., SKAŁA J., SZOPA J. 2003. *Monitoring changes in anthocyanin and steroid alkaloid glycoside content in lines of transgenic potato plants using liquid chromatography/mass spectrometry*. Phytochemistry, 62, 959-969.
- [31] TUŚNIO A., PASTUSZEWSKA B., SWIECH E., TACIAK M. 2011. *Response of young pigs to feeding potato protein and potato fibre – nutritional, physiological and biochemical parameters*. Journal of Animal and Feed Science, 20 (3) 361-378.
- [32] VLACHOJANNIS, J. E., CAMERON M., CHRUBASIK S. 2010. *Medicinal use of potato-derived products, A systematic review*. Phytotherapy Research, 24, 159-162.
- [33] ZGÓRSKA K., CZERKO Z., GRUDZIŃSKA M. 2006. *Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1(46) Supl., 229-234.

Dr hab. inż. Zbigniew PAŁACHA, prof. SGGW

Inż. Joanna KRYSTIAN

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

# ANALIZA CZASU ZAMRAŻANIA WYBRANYCH OWOCÓW PRZY ZMIENNYCH PARAMETRACH PROCESU ZAMRAŻANIA®

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

**Słowa kluczowe:** owoce, czas zamrażania, metody zamrażania.

*W pracy prezentowanej w artykule przeprowadzono analizę czasu zamrażania 10 wybranych owoców (agrest, borówki, jabłka, jagody czarne, maliny, porzeczki czarne i czerwone, śliwki, truskawki i wiśnie). Obliczono i porównano czas zamrażania owoców, w zależności od zastosowanej metody zamrażania (owiewowa tradycyjna, owiewowa fluidyzacyjna, LIN i LIC) oraz temperatury końcowej owoców (-18 i -30°C). Niezależnie od zastosowanej metody zamrażania, najkrótszy czas zamrażania otrzymano dla jagód czarnych, a najdłuższy dla śliwek.*

**Key words:** fruits, freezing time, freezing methods.

*In the work presented in the article analyzes freezing time 10 selected fruits (gooseberries, red whortleberries, apples, blueberries, raspberries, black and red currants, plums, strawberries and cherries). Calculated and compared fruit freezing time, depending upon the freezing method (traditional air blast, fluidized bed, LIN and LIC) and the final temperature of the fruit (-18 and -30°C). Irrespective of the method freezing, the shortest freezing time obtained for blueberries and plums longest.*

## WSTĘP

Przy projektowaniu zamrażarek lub wyborze metody zamrażania konieczna jest znajomość dokładnego czasu trwania tego procesu. Precyzyjne określenie czasu zamrażania produktów spożywczych jest bardzo kłopotliwe, gdyż proces ten jest uzależniony od wielu wielkości zmiennych w czasie [9, 10].

W chwili obecnej są znane jedynie bardzo przybliżone wzory określające czas trwania tego procesu. Najbardziej znane i rozpowszechnione są wzory podane przez Planka i Rjutowa [1, 6]. Wzór Planka wraz z modyfikacjami stał się wyrażeniem klasycznym dla technologii zamrażalniczej. Jest on również włączony, jako wzór podstawowy, do zaleceń Międzynarodowego Instytutu Chłodnictwa.

Do przybliżonego obliczania całkowitego czasu zamrażania zaleca się stosowanie uproszczonego wzoru Planka, operującego wyłącznie wartościami entalpii początkowej i końcowej, które mogą być ściśle określone. Dokładność wyników uzyskanych za pomocą tego wzoru jest duża. Udowodniono, że odchylenia od danych doświadczalnych wynoszą: dla płyt  $\pm 5\%$ , dla form prostopadłościennych  $\pm 10\%$ , dla kul i walców  $\pm 7\%$  [1, 6]. Jest to dokładność wystarczająca do obliczeń technicznych i praktyki przemysłowej.

Wpływ na czas zamrażania ma wąska grupa dobrze już poznanych czynników. Wśród nich występują czynniki zależne od warunków, w jakich prowadzony jest proces, takie jak: współczynnik wnikania ciepła ( $\alpha$ ) i czynna różnica temperatury oraz czynniki zależne od rodzaju i właściwości fizycznych zamrażanego surowca, takie jak: wielkość, kształt, gęstość i przewodność cieplna właściwa [10]. Według badań Kluzy i Górala [4], dotyczących statystycznej

charakterystyki oddziaływania poszczególnych parametrów zamrażania surowców na efektywny czas trwania procesu, parametrem mającym największy wpływ na czas zamrażania był wymiar charakterystyczny materiału. Nieco mniejszym wpływem charakteryzowały się kształt surowca oraz współczynnik wnikania ciepła. Następnie kolejno: temperatura medium chłodzącego i rodzaj surowca. Najmniejszy wpływ wykazały temperatura początkowa oraz temperatura centrum termicznego surowca w końcowym etapie procesu zamrażania.

**Celem artykułu jest zaprezentowanie analizy czasu zamrażania dziesięciu wybranych owoców. Zakres pracy obejmował obliczenie i porównanie czasu zamrażania owoców, w zależności od zastosowanej metody zamrażania oraz temperatury końcowej owoców.**

## METODYKA BADAŃ

### 1. Materiał badawczy

Materiałem badawczym wybranym do analizy czasu zamrażania były następujące owoce: agrest, borówki, jabłka, jagody czarne, maliny, porzeczki czarna i czerwona, śliwki, truskawki i wiśnie.

### 2. Założenia wstępne

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

Owoce zamrażano czterema metodami: owiewową tradycyjną, owiewową fluidyzacyjną, w ciekłym azocie (LIN) i w ciekłym CO<sub>2</sub> (LIC).



### 3. Metody obliczeniowe

#### 3.1. Obliczanie czasu zamrażania

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

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

Czas zamrażaniu owoców w kształcie prostopadłościanu (kostka jabłka o boku  $l_e = 10$  mm) obliczano z równania [6]:

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

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

$\rho_z$  – gęstość produktu w stanie zamrożenia, kg/m<sup>3</sup>,

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

$\alpha$  – współczynnik wnikania ciepła od powierzchni produktu do medium, W/(m<sup>2</sup>×K),

$\lambda_e$  – przewodność cieplna właściwa produktu w stanie zamrożonym, W/(m×K),

$P, R$  – współczynniki zależne od stosunku boków odpowiednio  $a:l$  i  $b:l$  (dla kostki jabłka  $P = 0,1677$  i  $R = 0,0417$  [6]).

#### 3.2. Obliczanie entalpii produktu

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

$$i_p = c_e [t_{kr} - (-40)] + q_z + c_o (t_p - t_{kr}) \quad (3)$$

Entalpię produktu w temperaturze końcowej ( $t_e = -18^\circ\text{C}$ ) obliczano ze wzoru:

$$i_e = c_e [-18 - (-40)] \quad (4)$$

Entalpię produktu w temperaturze końcowej ( $t_e = -30^\circ\text{C}$ ) obliczano ze wzoru:

$$i'_e = c_e [-30 - (-40)] \quad (5)$$

gdzie:  $c_o$  – ciepło właściwe produktu nie zamrożonego, kJ/(kg×K),

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

$q_z$  – jednostkowe ciepło zamarzania produktu, kJ/kg.

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

$$q_z = q_{zw} \cdot x_w \quad (6)$$

gdzie:  $q_{zw}$  – jednostkowe ciepło zamarzania czystej wody, 335,2 kJ/kg,

$x_w$  – ułamek masowy wody w produkcie, kg/kg.

#### 3.3. Obliczanie gęstości produktu w stanie zamrożonym

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

$$\rho_z = \rho_o \left[ 1 - x_w \left( 1 - \frac{t_k}{t_e} \right) \cdot 0,083 \right] \quad (7)$$

gdzie:  $\rho_o$  – gęstość produktu w stanie nie zamrożonym, kg/m<sup>3</sup>.

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

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

$$t_{N_2} = \frac{t_w + t_p}{2} \quad (8)$$

$$t_{CO_2} = \frac{t_s + t_{po}}{2} \quad (9)$$

gdzie:  $t_w$  – temperatura wrzenia ciekłego azotu, -195,9°C [1],

$t_s$  – temperatura sublimacji zestalonego CO<sub>2</sub>, -78,5°C [1],

$t_{po}$  – temperatura par odlotowych obu czynników, przyjęto -20°C [1].

### 4. Zestawienie danych wyjściowych przyjętych do analizy czasu zamrażania

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

### OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

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

Analizując poszczególne wartości czasu zamrażania należy stwierdzić, że bez względu na rodzaj owoców, najdłuższym czasem zamrażania charakteryzowała się metoda owiewowa tradycyjna, a najkrótszy czas zamrażania stwierdzono dla metody zamrażania w ciekłym azocie (LIN). Ogólnie bez względu na rodzaj owoców, czas zamrażania metodą owiewową tradycyjną był 8-9 razy dłuższy od czasu zamrażania metodą LIN.

Zastosowanie efektu fluidyzacji w metodzie zamrażania owiewowego spowodowało 5-6 krotne obniżenie czasu zamrażania owoców w odniesieniu do tradycyjnej metody zamrażania owiewowego. Decydującym czynnikiem, który wpłynął na skrócenie czasu zamrażania owoców metodą fluidyzacyjną była znacznie wyższa wartość współczynnika wnikania ciepła ( $\alpha$ ), wynikająca z wprowadzenia surowca w stan fluidalny. Dzięki temu uzyskano równomierne omywanie surowca strumieniem zimnego powietrza o prędkości wyższej niż w tradycyjnej metodzie owiewowej, poprawiając tym samym warunki wymiany ciepła i skracając czas zamrażania.

Tabela 1. Dane wyjściowe owoców do obliczania czasu zamrażania

Table 1. Output data of fruits to calculating freezing time

Owoce Dane	Agrest	Borówki	Jabłka	Jagody czarne	Maliny	Porzeczki czarne	Porzeczki czerwone	Śliwki	Truskawki	Wiśnie
Kształt surowca	kula	kula	kostka	kula	kula	kula	kula	kula	kula	kula
Wymiar [mm]	$d_p = 18^*$	$d_p = 10^{[11]}$	10x10x10	$d_p = 9^{[8]}$	$d_p = 20^{[8]}$	$d_p = 8^*$	$d_p = 10^*$	$d_p = 35^{[12]}$	$d_p = 24^{[12]}$	$d_p = 19^{[3]}$
$x_w$ [kg/kg]	0,883 <sup>[7]</sup>	0,851 <sup>[7]</sup>	0,868 <sup>[5]</sup>	0,851 <sup>[5]</sup>	0,858 <sup>[5]</sup>	0,847 <sup>[7]</sup>	0,842 <sup>[5]</sup>	0,857 <sup>[1]</sup>	0,900 <sup>[1]</sup>	0,830 <sup>[7]</sup>
$t_{kr}$ [°C]	-1,7 <sup>[8]</sup>	-1,5 <sup>[1]</sup>	-2,0 <sup>[8]</sup>	-1,9 <sup>[1]</sup>	-1,1 <sup>[1]</sup>	-1,0 <sup>[8]</sup>	-1,0 <sup>[8]</sup>	-2,2 <sup>[8]</sup>	-1,2 <sup>[8]</sup>	-3,3 <sup>[8]</sup>
$\rho_o$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1050 <sup>[11]</sup>	1000 <sup>[8]</sup>	990 <sup>[8]</sup>	1000 <sup>[8]</sup>	998 <sup>[8]</sup>	1000 <sup>[8]</sup>	1000 <sup>[8]</sup>	1030 <sup>[8]</sup>	950 <sup>[8]</sup>	1040 <sup>[8]</sup>
$\rho_{z(-18)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	980	935	929	939	934	934	934	966	884	981
$\rho_{z(-30)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	977	932	926	936	932	932	932	962	882	976
$c_o$ [kJ/(kg×K)]	3,77 <sup>[8]</sup>	3,60 <sup>[8]</sup>	3,60 <sup>[8]</sup>	3,60 <sup>[8]</sup>	3,56 <sup>[8]</sup>	3,69 <sup>[8]</sup>	3,69 <sup>[8]</sup>	3,68 <sup>[8]</sup>	3,88 <sup>[8]</sup>	3,64 <sup>[8]</sup>
$c_p$ [kJ/(kg×K)]	1,93 <sup>[8]</sup>	1,89 <sup>[8]</sup>	1,89 <sup>[8]</sup>	1,89 <sup>[8]</sup>	1,88 <sup>[8]</sup>	1,89 <sup>[8]</sup>	1,89 <sup>[8]</sup>	1,88 <sup>[8]</sup>	2,01 <sup>[8]</sup>	1,89 <sup>[8]</sup>
$\lambda_p$ [W/(m×K)]	1,88 <sup>[8]</sup>	1,86 <sup>[8]</sup>	1,79 <sup>[8]</sup>	1,76 <sup>[8]</sup>	1,82 <sup>[8]</sup>	1,86 <sup>[8]</sup>	1,86 <sup>[8]</sup>	1,80 <sup>[8]</sup>	1,95 <sup>[8]</sup>	1,67 <sup>[8]</sup>
$q_z$ [kJ/kg]	293,6 <sup>[8]</sup>	285,3	282,0 <sup>[8]</sup>	275,0 <sup>[8]</sup>	283,8 <sup>[8]</sup>	279,6 <sup>[8]</sup>	279,6 <sup>[8]</sup>	286,1 <sup>[8]</sup>	289,6 <sup>[8]</sup>	279,6 <sup>[8]</sup>
$i_p$ [kJ/kg]	430,5	417,5	415,0	407,8	414,2	412,4	412,4	420,5	430,4	415,6
$i_p$ kJ/kg	42,5	41,6	41,6	41,6	41,4	41,6	41,6	41,4	44,2	41,6
$i_p'$ [kJ/kg]	19,3	18,9	18,9	18,9	18,8	18,9	18,9	18,8	20,1	18,9

Źródło: Indeks górny <sup>[n]</sup> oznacza pozycję literaturową, indeks górny \* oznacza wartość założoną, brak indeksu – wartości obliczone własne

Tabela 2. Dane wyjściowe metod zamrażania do obliczania czasu zamrażania

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

Dane Owoce	Średnia temperatura medium chłodzącego, °C				Współczynnik wnikania ciepła, W/(m <sup>2</sup> ·K)			
	Metoda owiewowa tradycyjna	Metoda owiewowa fluidyzacyjna	Metoda LIN	Metoda LIC	Metoda owiewowa tradycyjna	Metoda owiewowa fluidyzacyjna	Metoda LIN	Metoda LIC
Agrest	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	104,5 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Borówki	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	95 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Jabłka	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	155 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Jagody czarne	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	95 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Maliny	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	104,5 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Porzeczki czarne	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	95 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Porzeczki czerwone	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	95 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Śliwki	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	135 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Truskawki	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	149 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>
Wiśnie	-36 <sup>[1]</sup>	-37 <sup>[1]</sup>	-108	-49,3	17,5 <sup>[1]</sup>	104,5 <sup>[2]</sup>	54,5 <sup>[1]</sup>	28 <sup>[1]</sup>

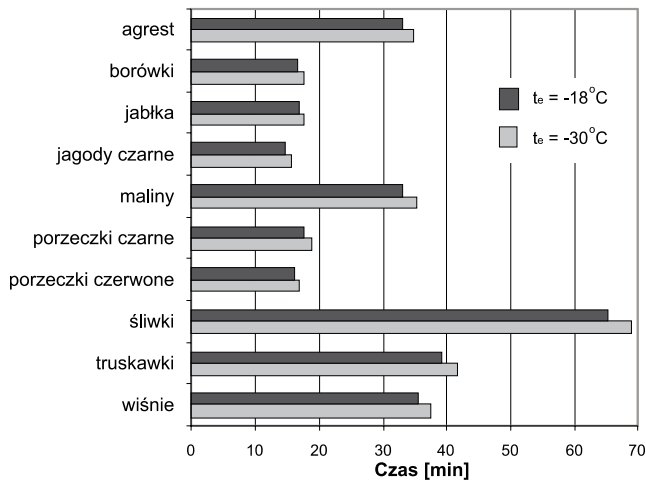
Źródło: Indeksy górne oznaczają pozycje literaturowe, brak indeksu – wartości obliczone własne

Tabela 3. Obliczony czas zamrażania dla wybranych owoców

Table 3. The calculated freezing time for selected fruits

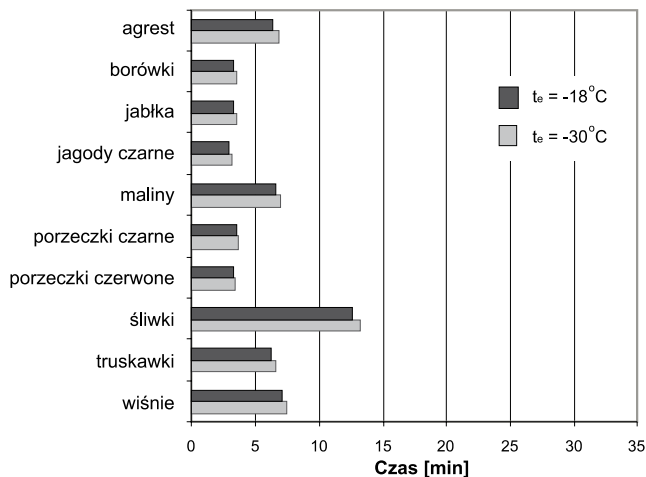
Owoce	Czas zamrażania owoców [min] do średniej temperatury końcowej ( $t_p$ ) -18°C i -30°C							
	Zamrażanie owiewowe tradycyjne		Zamrażanie owiewowe fluidyzacyjne		Zamrażanie LIN		Zamrażanie LIC	
	-18°C	-30°C	-18°C	-30°C	-18°C	-30°C	-18°C	-30°C
Agrest	33,0	34,9	6,4	6,8	3,7	3,9	15,2	16,1
Borówki	16,6	17,5	3,3	3,5	1,8	1,9	7,6	8,0
Jabłka	16,7	17,6	3,3	3,5	1,8	1,9	7,6	8,0
Jagody czarne	14,7	15,6	2,9	3,1	1,6	1,7	6,7	7,1
Maliny	33,1	35,1	6,6	7,0	3,8	4,0	15,4	16,3
Porzeczki czarne	17,7	18,8	3,5	3,7	2,0	2,1	8,1	8,6
Porzeczki czerwone	16,1	17,0	3,2	3,4	1,8	1,9	7,4	7,8
Śliwki	65,3	68,9	12,6	13,2	7,8	8,2	30,7	32,4
Truskawki	39,3	41,7	6,2	6,6	4,6	4,8	18,3	19,4
Wiśnie	35,5	37,5	7,1	7,5	3,9	4,1	16,2	17,1

Źródło: Badania własne



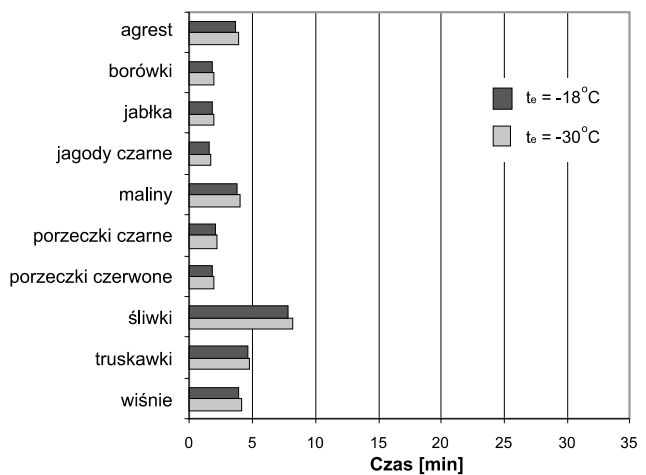
**Rys. 1. Czas zamrażania owoców metodą owiewową tradycyjną.**  
**Fig. 1. Freezing time of fruits by traditional air blast freezing method.**

Źródło: Badania własne



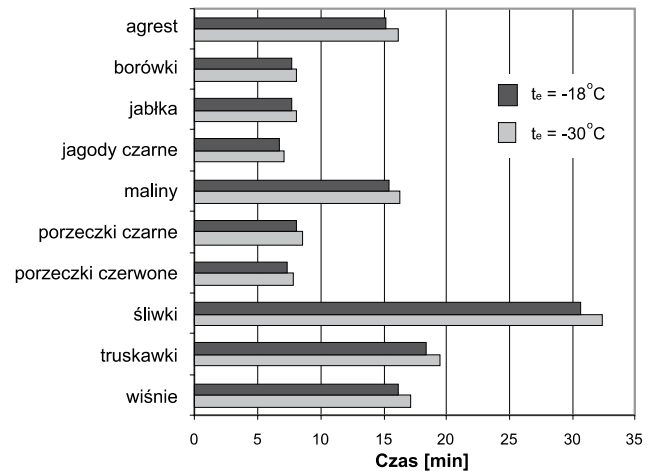
**Rys. 2. Czas zamrażania owoców metodą owiewową fluidyzacyjną.**  
**Fig. 2. Freezing time of fruits by fluidized bed freezing method.**

Źródło: Badania własne



**Rys. 3. Czas zamrażania owoców metodą LIN.**  
**Fig. 3. Freezing time of fruits by LIN method.**

Źródło: Badania własne

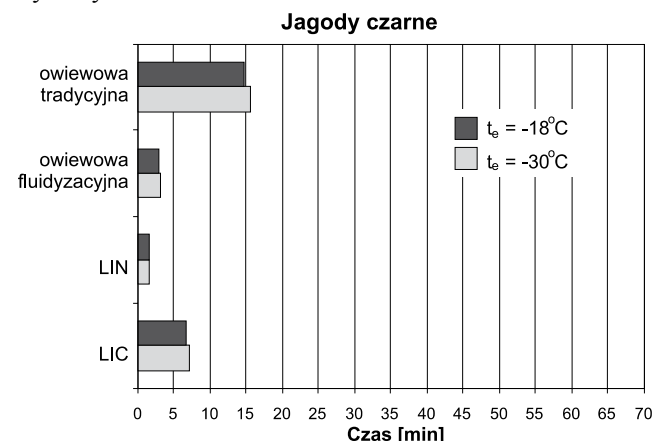


**Rys. 4. Czas zamrażania owoców metodą LIC.**  
**Fig. 4. Freezing time of fruits by LIC method.**

Źródło: Badania własne

Stosując metody kriogeniczne do zamrażania owoców, stwierdzono, że czas zamrażania metodą w ciekłym ditlenku węgla (LIC) był ok. 4 razy dłuższy od czasu zamrażania w ciekłym azocie, bez względu na rodzaj zamrażanych owoców. Na znacznie krótszy czas zamrażania owoców metodą w ciekłym azocie miały wpływ dwa czynniki, wartość współczynnika wnikania ciepła (prawie dwukrotnie większa) oraz wartość średniej temperatury medium chłodzącego (ponad dwukrotnie wyższa w metodzie LIN).

Obniżając średnią temperaturę końcową ( $t_e$ ) owoców z  $-18$  do  $-30^\circ\text{C}$  otrzymano nieznacznie dłuższy czas zamrażania dla każdego owocu. Średnio długość czasu zamrażania zwiększyła się o ok. 6%. Tłumaczy to fakt, iż obniżenie temperatury końcowej wiązało się z obniżeniem wartości entalpii dla temperatury początkowej i końcowej zamrażanych owoców nieco się zwiększyła, co z kolei nieznacznie wydłużyło czas zamrażania.

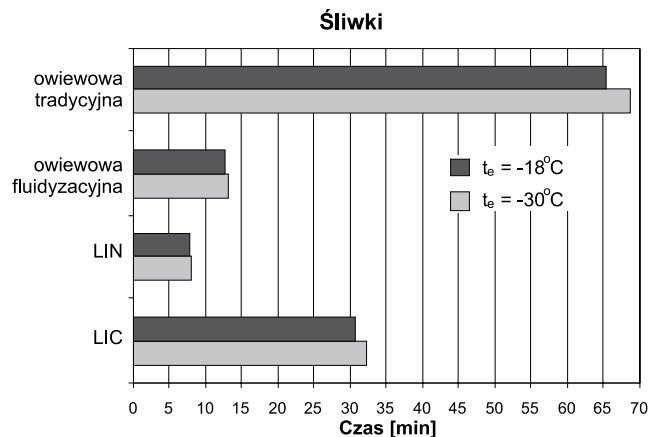


**Rys. 5. Czas zamrażania jagód czarnych wybranymi metodami.**  
**Fig. 5. Freezing time of blueberries by selected methods.**

Źródło: Badania własne

Analiza czasu zamrażania poszczególnych owoców w zależności od zastosowanej metody zamrażania wykazała podobną tendencję jego zmiany. Na rysunkach 5 i 6

przykładowo zilustrowano zmianę czasu zamrażania jagód czarnych i śliwek w zależności od zastosowanej metody zamrażania. Ogólnie, dla każdego owocu najkrótszy obliczony czas zamrażania otrzymano przy zamrażaniu LIN, nieco dłuższy przy zamrażaniu owiewowym fluidyzacyjnym, następnie przy zamrażaniu LIC, zaś najdłuższy czas zamrażania stwierdzono dla tradycyjnej metody owiewowej (tab. 3).



Rys. 6. Czas zamrażania śliwek wybranymi metodami.

Fig. 6. Freezing time of plums by selected methods.

Źródło: Badania własne

Bez względu na zastosowaną metodę zamrażania, najkrótszym czasem zamrażania charakteryzowały się jagody czarne (tab.3, rys. 5). W metodzie zamrażania owiewowego tradycyjnego wyniósł on 14,7 minuty ( $t_e = -18^\circ\text{C}$ ) i 15,6 minuty ( $t_e = -30^\circ\text{C}$ ) i był ok. 5 razy dłuższy niż w metodzie owiewowej fluidyzacyjnej, ponad 9 razy dłuższy niż w metodzie LIN i ponad 2 razy dłuższy niż w metodzie LIC. Z kolei, najdłuższym czasem zamrażania charakteryzowały się śliwki (tab. 3, rys. 6). W metodzie zamrażania owiewowego tradycyjnego wyniósł on 65,3 minuty ( $t_e = -18^\circ\text{C}$ ) i 68,9 minuty ( $t_e = -30^\circ\text{C}$ ) i był ponad 5 razy dłuższy niż w metodzie owiewowej fluidyzacyjnej, ponad 8 razy dłuższy niż w metodzie LIN i ponad 2 razy dłuższy niż w metodzie LIC. Czas zamrażania śliwek przy zastosowaniu każdej z metod był ok. 4,5 razy dłuższy niż w przypadku jagody czarnej. Największy wpływ na wartość czasu zamrażania miała średnica zamrażanego surowca (średnica jagody czarnej była 3,9 razy mniejsza od średnicy śliwki).

Wartości czasu zamrażania borówek, jagód czarnych, porzeczek czarnej i czerwonej oraz kostek jabłka (tab. 3) były zbliżone do siebie w każdej z metod zamrażania. Podobnie zbliżone wartości czasu zamrażania stwierdzono dla malin, truskawek, wiśni i agrestu (tab. 3). Tym niemniej, czas zamrażania drugiej grupy owoców był ok. 2 razy dłuższy niż owoców grupy pierwszej. Różnica ta wynikała głównie z blisko dwukrotnie większej średnicy owoców drugiej grupy. Tym samym, rodzaj owocu oraz jego właściwości fizyczne nie miały tak istotnego wpływu na czas zamrażania, jaki miał wymiar charakterystyczny owocu.

Na podstawie analizy obliczonego czasu zamrażania dla wybranych owoców należy stwierdzić, że najkorzystniejszymi metodami zamrażania owoców są metody owiewowa fluidyzacyjna oraz metoda LIN. Przy wyborze optymalnej metody zamrażania owoców należy również, oprócz czasu zamrażania, uwzględnić inne czynniki, takie jak: optymalne

dostosowanie metody zamrażania do danego surowca lub grupy surowców, możliwość włączenia urządzenia w linię produkcyjną, elastyczność zamrażarki, możliwość dostosowania jej pracy do wahań wydajności linii, zapotrzebowanie robocizny i wymagania dotyczące kwalifikacji obsługi, wskaźniki techniczne zamrażarki, możliwość zainstalowania zamrażarki w warunkach lokalowych zakładu, koszty inwestycyjne i ruchowe zamrażarki, przewidywana wielkość produkcji godzinowej, dobowej i roboczej zamrażarki, wymagana forma zamrożonego produktu, cena najważniejszego produktu lub grupy produktów, oczekiwany procent strat, wymagania dotyczące jakości surowca lub, inaczej mówiąc, zdolność zamrażania surowca o obniżonej jakości oraz przepisy sanitarne obowiązujące w kraju [1].

## WNIOSKI

1. Najkrótszym czasem zamrażania charakteryzowała się metoda LIN, zaś najdłuższym metoda owiewowa tradycyjna, bez względu na rodzaj zamrażanych owoców.
2. Wprowadzenie owoców zamrażanych luzem w stan fluidalny podczas procesu zamrażania poprawiło warunki wymiany ciepła, zwiększając wartość współczynnika wnikania ciepła, a tym samym skracając 5-6 razy czas zamrażania w odniesieniu do metody owiewowej tradycyjnej.
3. Niezależnie od zastosowanej metody zamrażania najkrótszy czas zamrażania otrzymano dla jagód czarnych, a najdłuższy dla śliwek.
4. Borówki, jagody czarne, porzeczki czarne i czerwone oraz kostki jabłek uzyskały zbliżony czas zamrażania, który był ok. 2 razy dłuższy od czasu zamrażania agrestu, malin, truskawek i wiśni.
5. Obniżenie temperatury końcowej poszczególnych owoców z  $-18$  do  $-30^\circ\text{C}$ , spowodowało wydłużenie czasu ich zamrażania o ok. 6%, bez względu na rodzaj metody zamrażania.
6. Przedstawiona analiza czasu zamrażania wybranych owoców przyczyni się do bardziej racjonalnego podejmowania decyzji przy wyborze najkorzystniejszej metody zamrażania.

## LITERATURA

- [1] GRUDA Z., POSTOLSKI J. 1999. Zamrażanie żywności. Wyd. 3. WNT, Warszawa.
- [2] GRUDA Z., POSTOLSKI J. 1985. Zamrażanie żywności. Wyd. 2. WNT, Warszawa.
- [3] KALISZ S., OBIEDZIŃSKI M. 2010. Wpływ temperatury na efektywność procesu drylowania w produkcji wiśni mrożonej. Nauka. Przyroda. Technologie, 4(2), 1-11.
- [4] KLUZA F., GÓRAL D. 1993. Statystyczna charakterystyka oddziaływania podstawowych parametrów zamrażania produktów spożywczych na efektywny czas trwania procesu. Chłodnictwo, 28(1), 27-28.
- [5] KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., PRZYGODA B., IWANOW K. 2005. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa.

- [6] **PAŁACHA Z. 2014.** Zamrażanie żywności. W: Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Wyd. 4. (red. P.P. Lewicki), WNT, Warszawa, 320-345.
- [7] **PAŁACHA Z. 2010.** Właściwości cieplne. W: Właściwości fizyczne żywności (red. Z. Pałacha, I. Sitkiewicz), WNT Warszawa, 81-112.
- [8] **PAŁACHA Z., JANISZEWSKA E. 2012.** Zamrażanie żywności. W: Wybrane zagadnienia obliczeniowe inżynierii żywności (red. D. Witrowa-Rajchert, P.P. Lewicki), Wyd. SGGW, Warszawa, 252-281.
- [9] **PAŁACHA Z., RACZYŃSKI W. 2005.** *Opracowanie metody oznaczania gęstości wybranych owoców w stanie zamrożonym.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 16/27(2), 55-59.
- [10] **POSTOLSKI J. 2007.** *Prawie wszystko o...technologii chłodniczej żywności (cz. 24).* Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 1, 11-16.
- [11] **PRACA ZBIOROWA 2008.** Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego (red. K. Świetlikowska), Wyd. SGGW, Warszawa.
- [12] **PRACA ZBIOROWA 1994.** Pomologia (red. A. Rejman), PWRiL, Warszawa.

Dr inż. Wiesława GRZESIŃSKA,  
 Dr inż. Marzena TOMASZEWSKA  
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji  
 SGGW w Warszawie

## ERGONOMICZNE PODSTAWY PROJEKTOWANIA TECHNOLOGICZNEGO ZAKŁADÓW SPOŻYWCZYCH®

### Ergonomic bases of technological designing food plants®

**Słowa kluczowe:** projektowanie technologiczne, ergonomia, zakłady spożywcze, organizacja stanowiska pracy.

*Projektowanie technologiczne zakładów spożywczych musi uwzględniać aspekty związane z ergonomią, do których należą: charakterystyki wymiarowe stanowiska pracy, rozumiane jako jego długość, głębokość oraz szerokość, charakterystyki wymiarowe ciągów komunikacyjnych i przejść, przy zachowaniu prawidłowej przestrzeni stanowiska pracy, określanej jako odległość między stanowiskiem pracy a szlakiem komunikacyjnym oraz prawidłowe parametry materialne warunków pracy, jakimi są przede wszystkim mikroklimat, oświetlenie i hałas. Stanowisko pracy wraz z jego oprzyrządowaniem i wyposażeniem powinno zapewnić pracownikom bezpieczeństwo, nie zagrażać ich zdrowiu ani życiu oraz nie wpływać na utratę zdolności do pracy. Zapewnia to maksymalizację wydajności pracy oraz podniesienie jej efektywności przy minimalizacji wysiłku i zapewnieniu bezpieczeństwa i higieny pracy.*

**Key words:** technological design, ergonomics, food plants, organization of workstation.

*Technological design food facilities must take into account aspects related to ergonomics, which include: dimensional characteristics of work place defined as the length, depth and width, dimensional characteristics communication routes and passages, while maintaining the correct work space jobs defined as the distance between the workplace and communication route and the proper parameters of the material conditions of work which are primarily climate, lighting and noise. Workplace along with its instrumentation and equipment should provide employees with safety, do not endanger their health or life, and do not affect the loss of ability to work. It maximizes work efficiency while minimizing effort and ensuring the safety and health at work.*

### WSTĘP

Projektowanie jest całokształtem działań zmierzających do opracowania sposobu zaspokojenia określonej potrzeby [37]. Proces projektowania zaczyna się z chwilą uświadomienia sobie potrzeby i podjęcia decyzji o jej zaspokojeniu, a kończy się, gdy określona wcześniej potrzeba zostanie zaspokojona. Polega on na obmyśleniu zamierzonych obiektów technicznych, służących zaspokajaniu potrzeb, a także sposobów ich realizacji [36].

Projektowanie jest często określane przez dodanie przymiotnika lub określenia opisującego dziedzinę, której dotyczy działanie twórcze. Funkcjonują nazwy projektowania: architektoniczne, urbanistyczne, inżynierskie, technologiczne, ergonomiczne itd. [39].

Projektowanie technologiczne jest to projektowanie, którego celem jest tworzenie technologicznie poprawnych obiektów architektonicznych lub technicznych. Wyróżnikiem jest tu położenie nacisku na wszelkie aspekty związane z technologią i technologiczną jakością obiektu [6]. Grzesińska [11, 12] podaje, że projektowanie technologiczne zakładu powinno zawierać:

- ✓ program produkcji i usług,
- ✓ układ funkcjonalny zakładu,
- ✓ organizację stanowiska pracy,
- ✓ obliczenia powierzchni i określenie rodzaju pomieszczeń łącznie z rozmieszczeniem maszyn i urządzeń,

- ✓ opis wykończenia wnętrza,
- ✓ uwarunkowania związane z innymi branżami projektowymi.

Biorąc powyższe pod uwagę, projektowanie technologiczne musi uwzględniać aspekty związane z projektowaniem ergonomicznym i ergonomią.

Projektowanie ergonomiczne jest to realizacja procedury projektowania systemu człowiek – obiekt techniczny, która stwarza największą szansę uzyskania projektu o pożądanym poziomie ergonomicznej jakości [10]. Dłużewski [5] definiuje natomiast projektowanie ergonomiczne jako wymagania ergonomiczne, czyli dostosowanie maszyn, urządzeń, mechanizmów, narzędzi pracy, pomieszczeń obiektów i zakładów przemysłowych do właściwości fizycznych i psychicznych człowieka z uwzględnieniem takich czynników środowiska, jak: oświetlenie, temperatura, wilgotność i czystość powietrza, poziom hałasu, barwa itp.

Czynnikami wspomagającymi i kierującymi decyzjami projektowymi są kryteria ergonomiczne, będące integralnymi składnikami procedury. Pełnią one trzy ważne, wzajemnie się uzupełniające role [10]:

- ✓ są źródłem informacji ergonomicznej,
- ✓ uruchamiają mechanizmy skojarzeń i analogii, kierując myśli projektanta w stronę rozwiązań poprawnych z punktu widzenia ergonomii,

- ✓ mogą wskazywać możliwości zastosowania gotowych rozwiązań, sprawdzonych w praktyce, wzorcowych pod względem ergonomicznym.

Dostarczają one wiedzy z zakresu humanizacji techniki, potrzebnej dla podjęcia właściwej decyzji w konkretnym kroku procesu projektowego. Jest ona bardzo ważna, ponieważ wyklucza możliwość pojawienia się błędnej informacji na początku sytuacji decyzyjnej [39].

**Celem artykułu jest przedstawienie aktualnie obowiązujących ergonomicznych podstaw projektowania technologicznego zakładów spożywczych.**

## POJĘCIE I RODZAJE ERGONOMII

W literaturze polskiej [9, 28, 33, 40] możemy spotkać wiele definicji ergonomii. Rosner [33] uważa, że przedmiotem ergonomii są zagadnienia dostosowania maszyn, narzędzi i urządzeń oraz materialnego środowiska pracy do możliwości i potrzeb człowieka w celu usunięcia zagrożeń jego zdrowia i życia, optymalizacji kosztu biologicznego pracy i zapewnienia wygody podczas jej wykonywania.

Według Górskiej [9] ergonomia znajduje zastosowanie w badaniach technicznych i działaniach menadżerskich. Celem działalności ergonomicznej jest dostosowanie obiektu technicznego do możliwości człowieka zarówno w sytuacji pracy, jak i we wszystkich innych sytuacjach życiowych, w których człowiek kontaktuje się z obiektami technicznymi (transport, gospodarstwo domowe, sport, rekreacja, itp.). Istnieje też relacja odwrotna, człowiek może i powinien dostosowywać się do techniki, ale tylko w takim zakresie, aby nie przyniosło to ujemnych skutków dla zdrowia fizycznego i psychicznego. Dostosowanie to powinno dotyczyć głównie zmian w kwalifikacjach, umiejętnościach i poziomie wiedzy człowieka.

Przedstawione podejścia do ergonomii nie zaciemniają jej istoty, a przeciwnie – uwypuklają cechy ergonomii, zapewniające człowiekowi supremację (wyższość, przewagę) nad elementami materialnymi, poprzez [28]:

- ✓ dostosowanie rzeczowych składników układu „człowiek – praca” do naturalnych ograniczeń psychosomatycznych pracownika,
- ✓ dążenie do zapewnienia możliwie wysokiej sprawności człowieka,
- ✓ dążenie do eliminowania wszelkich zagrożeń zdrowia,
- ✓ dążenie do optymalnego ukształtowania biologicznego kosztu wykonywania pracy.

Przedmiotem analiz diagnostycznych i projektowania ergonomicznego jest system złożony z człowieka (lub wielu ludzi) i obiektów technicznych, służących do wykonywania określonego zadania, a także zewnętrzne warunki działania systemu, działające głównie na człowieka, mającego określone i ograniczone możliwości przystosowawcze (fizyczne i psychiczne).

W dostosowywaniu środowiska pracy do psychofizycznych możliwości człowieka wyróżnia się trzy kierunki działania ergonomii [33]:

- ✓ ergonomię korekcyjną,

- ✓ ergonomię koncepcyjną,
- ✓ atestację prototypów maszyn i urządzeń.

Ergonomia korekcyjna zajmuje się analizą już istniejących stanowisk pracy i ich dostosowywaniem do właściwości anatomicznych, fizjologicznych i psychicznych pracowników, czyli formułowania zaleceń mających na celu polepszenie warunków pracy, zmniejszenie istniejących obciążeń, a także polepszenie wydajności i jakości pracy [40]. Ergonomia korekcyjna stanowi dziedzinę badań stosowanych i obejmuje [28]:

- ✓ poprawę parametrów materialnych warunków pracy,
- ✓ wyeliminowanie nadmiernych obciążeń fizycznych i psychicznych (mechanizacja i automatyzacja ciężkich prac fizycznych, poprawa pozycji przy pracy, poprawa organizacyjno-technicznych warunków odbioru informacji, usprawnienia w organizacji pracy).

Wyżej wymienione działania mają ustaloną renomę, ale mają też swoje naturalne granice, podyktowane możliwościami technicznymi i względami ekonomicznymi poza sytuacją, w której istniejące usterki mogą być źródłem poważnych zagrożeń dla zdrowia czy życia pracowników [40]. Ergonomia korekcyjna spełnia szczególnie ważną rolę w stosunku do osób niepełnosprawnych czy dotkniętych przejściowo lub na stałe kalectwem, a także do osób starszych (przystosowanie budynku, pomieszczeń, stanowisk pracy do ich specyficznych potrzeb).

Ergonomia koncepcyjna wyrasta z doświadczenia ergonomii korekcyjnej. Ma na celu stosowanie ergonomicznie prawidłowych rozwiązań już w fazie przygotowywania projektów maszyn, urządzeń, narzędzi, stanowisk pracy, hal i budynków, a także mieszkań, szkół i innych konstrukcji. Rozwiązania te muszą spełniać podstawowe wymagania ergonomii. Ergonomia koncepcyjna jest o wiele bardziej racjonalna i skuteczna niż ergonomia korekcyjna, ponieważ zostaje zastosowana we wczesnej fazie opracowywania rozwiązań technicznych [40]. Jest ona jednym z normatywów, branych pod uwagę przy opracowywaniu projektów technologicznych zakładów.

Atestacja prototypów maszyn i urządzeń jest trzecim kierunkiem działań ergonomii, łączącym cechy ergonomii korekcyjnej i koncepcyjnej. Jest ona przeprowadzana przed wydaniem zgody na produkcję seryjną. W wyniku atestacji, odpowiedzialne za nią organy odbioru technicznego, odrzucają pewien odsetek przedstawianych im rozwiązań technicznych, nakazując ich modyfikację. W atestacji maszyn i urządzeń technicznych szczególny nacisk kładzie się na wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy [40].

## CZYNNIKI ERGONOMICZNE W KSZTAŁTOWANIU ŚRODOWISKA PRACY

Głównym przedmiotem analiz ergonomicznych jest układ człowiek – praca [30]. Praca zostanie zorganizowana w sposób racjonalny, kiedy maszyna i stanowisko pracy będą wygodne i bezpieczne w obsłudze, metody i warunki pracy zostaną dostosowane do potrzeb psychofizycznych człowieka, przedmiot pracy charakteryzował się

będzie dobrymi parametrami, a stosunki międzyludzkie wewnątrz grupy roboczej będą harmonijne. Niestety w praktyce rzadko występują tak idealne układy. Powstaje więc konieczność optymalizacji układu człowiek – praca. Osiągnięcie tego celu jest możliwe wtedy, kiedy analizowany układ potraktujemy w projektowaniu jako koncepcję globalną, tzn. pod uwagę zostaną wzięte nie tylko aspekty techniczne układu, ale również warunki pracy.

Przez pojęcie materialnych warunków pracy rozumie się całokształt materialnych czynników (fizycznych, chemicznych, biologicznych), z którymi człowiek styka się w toku wykonywania pracy zawodowej [28]. Zastosowanie tych czynników o odpowiednich parametrach prowadzi do sprawnej i bezpiecznej pracy. Biorąc pod uwagę aspekty ergonomii w projektowaniu, można pokusić się o stwierdzenie, że największą rolę odgrywają czynniki fizyczne, do których zaliczamy: mikroklimat (temperatura otoczenia, wilgotność i ruch powietrza), oświetlenie i hałas.

#### Powietrze i mikroklimat

Istotnymi parametrami powietrza środowiska pracy, jest jego skład chemiczny, temperatura, ciśnienie, ruch oraz wilgotność [26,32,38]. Skutki działania tych czynników nie jawią się osobno, lecz wpływają na samopoczucie pracownika łącznie [38], tworząc tzw. mikroklimat. Mikroklimat pomieszczeń można opisać jako zbiór parametrów chemicznych i fizycznych, zmiennych w czasie i przestrzeni, wywierających wpływ na każdy żywy organizm. Warunkują one dobre samopoczucie człowieka, jego zdolność do pracy, regeneracji oraz utrzymania odpowiedniego stanu zdrowia [31].

W zakładach przetwórstwa spożywczego bardzo ważne jest zachowanie odpowiednich parametrów mikroklimatu ze względu na bezpieczeństwo przetwarzanej żywności i wyeliminowanie ryzyka jej ewentualnego zanieczyszczenia [16, 27]. Według Pełecha [31] parametry mikroklimatu dzielą się na:

- ✓ ciepło-wilgotnościowe, wywierające wpływ na odczucie wrażeń termicznych: temperatura, wilgotność względna, świeżość i czystość powietrza oraz prędkość przepływu strumieni powietrza w obszarze przebywania ludzi,
- ✓ higieniczno-zdrowotne, które obejmują: jakość powietrza w pomieszczeniu, oświetlenie, barwę wnętrza, poziom hałasu, oddziaływanie przegród i wyposażenia pomieszczenia, natężenie pola elektromagnetycznego i elektrostatycznego oraz odpowiedni dla ludzi przebywających w pomieszczeniu lub dla przebiegającego procesu technologicznego stopień zjonizowania powietrza.

Według Trzeciaka [38] do prawidłowej pracy niezbędne jest przede wszystkim świeże powietrze. W tym celu zapewnić musimy odpowiednią klimatyzację i wentylację pomieszczeń, które w wyniku pracy mogą być zanieczyszczone różnymi cząstkami pyłu, kurzu, sadzy czy też gazami a nawet drobnoustrojami. Zadaniem wentylacji i klimatyzacji jest zapewnienie komfortowych warunków środowiska w pomieszczeniach, przy jednoczesnym ograniczeniu do akceptowanego poziomu ryzyka dla zdrowia, wynikającego z obecności zanieczyszczeń w powietrzu.

Mikroklimat pomieszczeń produkcyjnych musi być kształtowany zarówno ze względu na komfort cieplny personelu, jak i pod kątem samego procesu technologicznego. Komfortem cieplnym nazywa się stan równowagi termicznej organizmu człowieka z otoczeniem, w którym nie odczuwa on ani gorąca, ani chłodu [31]. Najmocniej na poczucie komfortu wpływają parametry stanu fizycznego powietrza, czyli czynniki zewnętrzne niezależne od człowieka [16]:

- ✓ temperatura zależna od zysków ciepła jawnego, czyli takiego, które wydzielane jest przez ludzi, z produktów, urządzeń służących do cieplnej obróbki surowców, przez oświetlenie i urządzenia mechaniczne oraz powstające wskutek promieniowania słonecznego,
- ✓ wilgotność względna, czyli stosunek stężenia pary wodnej zawartej w powietrzu do stężenia, które w danej temperaturze nasyciłoby powietrze,
- ✓ prędkość przepływu powietrza,
- ✓ zanieczyszczenia powietrza wydzielane podczas procesów technologicznych, takie jak: opary tłuszczu, związki chemiczne, pyły, zapachy itp.

W Polsce wytyczne dotyczące parametrów powietrza w pomieszczeniach stałego przebywania ludzi określone są przez PN-78/B-03421 [25], PN-82/B-02402 [26] oraz Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 169 z 2003 poz. 1650 z późniejszymi zmianami Dz.U. Nr 49 poz.330). Tabela 1. przedstawia opisane w aktach prawnych wytyczne w zakresie parametrów powietrza w pomieszczeniach pracy w okresie zimowym oraz letnim, w zależności od wysiłku fizycznego niezbędnego do jej wykonania.

**Tabela 1. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego**

**Table 1. Calculation parameters of indoor air**

Aktywność fizyczna	Okres zimowy				Okres letni				
	Temperatura	Wilgotność względna		Maksymalna prędkość powietrza	Wartości optymalne		Wartości dopuszczalne		Maksymalna prędkość powietrza
		Optymalna	Minimalna dopuszczalna		Temperatura	Wilgotność względna	Temperatura przy zyskach ciepła jawnego na 1 m <sup>2</sup> pow. podłogi pomieszczenia lub strefy roboczej		
							Do 50 W/m <sup>2</sup>	Powyżej 50 W/m <sup>2</sup>	
°C	%		m/s	°C	%	°C	°C	m/s	
Mała	20-22	40-60	30	0,2	23-26	40-55	T <sub>z</sub> +3	T <sub>z</sub> +5	0,3
Średnia	18-20	40-60	30	0,2	20-23	40-60	T <sub>z</sub> +3	T <sub>z</sub> +5	0,4
Duża	15-18	40-60	30	0,3	18-21	40-60	T <sub>z</sub> +3	T <sub>z</sub> +5	0,6

\* Temperatura zewnętrzna

Źródło: Pelech A. 2008 [31]

Istotnym czynnikiem metrologicznym wpływającym w dużym stopniu na odczuwanie temperatur przez organizm jest wilgotność. Za normę graniczną wilgotności względnej powietrza przyjmuje się wartość 30-70%. Odczuwanie wilgotności jako komfortowej uzależnione jest od temperatury otoczenia. Można przyjąć, że wilgotność względna



w granicach 40-45% w okresie ogrzewania pomieszczeń jest odczuwalna, jako komfortowa. W okresie letnim, przy ładnej pogodzie, wilgotność względna jest odczuwana jako komfortowa przy poziomie 40-60%. Należy podkreślić, że z medycznego punktu widzenia zawartość wilgoci w powietrzu ma większy wpływ na komfort klimatyczny pomieszczeń aniżeli temperatura [28].

Ruch powietrza może wpłynąć na odczuwanie temperatury. Prędkość ruchu powietrza w pomieszczeniu, gdzie jest wykonywana praca, powinna być dostosowana do jej rodzaju. Generalnie uznaje się, że optymalny jest ruch powietrza rzędu 0,2 m/s. Przy pracach wymagających przyjęcia postawy nieruchomej przez dłuższy okres (praca siedząca oraz wymagająca precyzji i dokładności wykonania) mniejszy ruch powietrza (0,1 m/s) jest odczuwany, jako nieprzyjemny przeciąg, a przy pracach fizycznych (wykonywanych w pozycji stojącej oraz wymagających dużej siły fizycznej) ruch powietrza przekraczający 0,5 m/s może być w ogóle nieodczuwany [40].

**Oświetlenie**

Oświetlenie jest jednym z najważniejszych czynników materialnego środowiska pracy, często niedocenianym w zakładach pracy [38]. Kontakt wzrokowy człowieka z otoczeniem odgrywa ważną rolę w organizacji pracy, ponieważ około 80% informacji jest odbieranych przez narząd wzroku, a pozostałe 20% przez zmysł słuchu, dotyku i pozostałe zmysły. Do powstania prawidłowego kontaktu potrzebny jest więc sprawny organ wzroku i określone warunki świetlne [40].

Oświetlenie dzielimy na dwa rodzaje [38]:

- ✓ miejscowe, to jest takie, które pada bezpośrednio na wykonywany przedmiot i miejsce pracy,
- ✓ ogólne, to jest to, które oświetla ogólnie całe pomieszczenie.

Oświetlenie miejscowe jest najistotniejsze dla zapewnienia dostatecznej wydajności i jakości pracy, jednakże jest ono niewystarczające i nie może być używane bez światła ogólnego, które wpływa głównie na dobre samopoczucie pracowników. Stanowiska pracy winny być oświetlane światłem dziennym i sztucznym. Światło dzienne jest korzystniejsze od sztucznego [38]. Oświetlenie dzienne na poszczególnych stanowiskach pracy powinno być dostosowane do rodzaju wykonywanych prac i dokładności ich wykonywania [32].

**Tabela 2. Natężenie światła w miejscach pracy w zakładzie przetwórstwa spożywczego**

**Table 2. The light intensity in the workplace in food processing facility**

Natężenie światła [lx]	Przeznaczenie pomieszczenia
540 *	Stanowiskach badania, np. dostawa towaru
300 **	Pomieszczenia produkcyjne
100 **	Pozostałe pomieszczenia

\* mierzone na powierzchni badanej

\*\* mierzone na posadzce

Źródło: PN-EN 12464-1:2004 [23]

Oprócz oświetlenia naturalnego, w każdym zakładzie powinno być przewidziane oświetlenie sztuczne o natężeniu

dostosowanym do funkcji pomieszczenia oraz zgodnym z Polską Normą dotyczącą oświetlenia światłem sztucznym miejsca pracy we wnętrzu (PN-EN 12464-1:2004). Natężenie oświetlenia mierzone jest w jednostkach zwanych luxami (lx) – jest to oświetlenie wywołane przez równomiernie rozłożony strumień świetlny o wartości 1 lumen przypadający na powierzchnię 1m<sup>2</sup> [3]. Przykładowe wartości natężenia światła w miejscach pracy w zakładach przetwórstwa spożywczego przedstawiono w tabeli 2.

Prawo unijne mówi jedynie o zapewnieniu adekwatnego, naturalnego lub sztucznego, oświetlenia w pomieszczeniach, gdzie produkowana lub przetwarzana jest żywność ((WE) Nr 852/2004) [34], nie wspominając o wartościach natężenia. Ta kwestia regulowana jest w każdym kraju członkowskim indywidualnie. Ogólne zalecenia Agencji ds. Żywności i Leków mówią o utrzymaniu w zakładach przetwórstwa spożywczego oświetlenia na poziomie 161-215 lx w miejscach, gdzie nie wykonuje się pracy stałej oraz 323-430 lx dla miejsc pracy stałej. W większości krajów zaleca się, aby wszystkie miejsca, gdzie przygotowana jest żywność lub zmywany jest sprzęt, były oświetlone światłem o natężeniu min. 540 lx na poziomie stanowiska pracy. W przypadku pozostałych pomieszczeń, jak magazyny, pomieszczenia sanitarne i socjalne, natężenie światła powinno wynosić min. 216 lx i 108 lx na wysokości 75 cm nad podłogą [4, 15, 17, 20, 21, 35].

Sposób oświetlenia należy dobrać w taki sposób, aby zapewnił on odpowiednie warunki użytkowania całego miejsca pracy. Punkty oświetleniowe nad stanowiskami pracy powinny być rozmieszczone tak, aby zapewnić oświetlenie równomierne i uniknąć zacienienia. Dodatkowo oświetlenie powinno zapewniać właściwy odbiór barw w celu uniknięcia pozornej zmiany barw przez potrawy. Generalnie białe światło nie jest polecane ze względu na słabą percepcję kolorów, która pogarsza odbiór barwy potraw.

**Hałas**

Hałas to pojęcie subiektywne, określające niekorzystne oddziaływanie dźwięków złożonych o różnej częstotliwości [32]. Hałas należy uznać za jeden z najbardziej uciążliwych czynników materialnego środowiska pracy [33], ponieważ działa on szkodliwie na słuch i ogólnie na nastrój oraz obniża sprawność pracy i utrudnia precyzyjność wielu czynności.

Hałas, oddziałując na narząd słuchu, może spowodować trzy postacie reakcji: adaptację, zmęczenie (odwracalne i nieodwracalne) oraz uraz akustyczny. Poza tym wpływa negatywnie na cały układ krążenia, a więc na częstotść tętna, ciśnienie tętnicze, przyspieszenie akcji serca. Hałas powoduje także zmiany w zakresie czynności narządów zmysłów oraz narządu równowagi. W warunkach dużego natężenia hałasu obniża się wydajność pracy. Pracownicy pracujący w ciągłym hałasie uskarżają się na bóle i zawroty głowy, a także bezsenność i brak apetytu. Stwierdza się u nich nawet zaburzenia wzroku, smaku i węchu oraz zachwianie równowagi nerwowo-psychicznej [28].

W zakładach produkcyjnych, można wyróżnić następujące źródła hałasu [32]:

- ✓ mechaniczne ( hałas wywołany przez maszyny i urządzenia),
- ✓ aerodynamiczne i hydrodynamiczne ( ruch gazów i cieczy w rurociągach, wentylatorach itp.),

- ✓ technologiczne ( hałas wywołany zmianą spójności materiału, jak kruszenie, łamanie itp.).

Hałas często wiąże się z wibracją, tj. drganiami mechanicznymi maszyn i urządzeń, przenoszonymi na organizm człowieka. Oprócz hałasu i wibracji, niektóre narzędzia i urządzenia produkcyjne wytwarzają szkodliwy dla organizmu szum. Jest on bardzo szkodliwy, ponieważ przeszkadza w koncentracji i powoduje zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym [38].

## CECHY ANTROPOMETRYCZNE JAKO PODSTAWA PROJEKTOWANIA PRZESTRZENI PRACY

Udział ergonomii w projektowaniu przestrzeni pracy sprowadza się do realizacji jej podstawowego celu, to jest przystosowania warunków pracy oraz wykorzystywanych urządzeń i narzędzi do psychofizjologicznych właściwości i budowy człowieka [28]. Masa ciała, cechy anatomiczne człowieka oraz jego predyspozycje fizyczne i psychiczne, ze względu na swą stosunkowo małą elastyczność, warunkują kształtowanie struktury przestrzennej miejsca pracy oraz jego elementów składowych [40]. Nauka zwana antropometrią dostarcza informacji na temat budowy, wielkości i proporcji ciała człowieka. Celem antropometrii jest przełożenie rozmiarów i kształtów ciała ludzkiego na liczby i określone stosunki ilościowe. Pomiar antropometryczny umożliwia ustalanie podstawowych wymiarów ciała i zasięgów kończyn człowieka przy pracy w pozycji siedzącej i stojącej [33].

W większości krajów przeprowadzono pomiary antropometryczne ludności i na ich podstawie zostały opracowane atlasy antropometryczne zawierające charakterystykę statystyczną obu płci. Zamieszczone w tzw. tablicach antropometrycznych wyniki, sporządzone dla potrzeb diagnozy i projektowania zawierają wartości kwantyli progowych i medialnych obliczonych dla 90 % populacji [9]. Kwantyl progowy określa procent populacji, który ma mniejsze wymiary danej cechy. Mediana to wartość środkowa, czyli 50%.

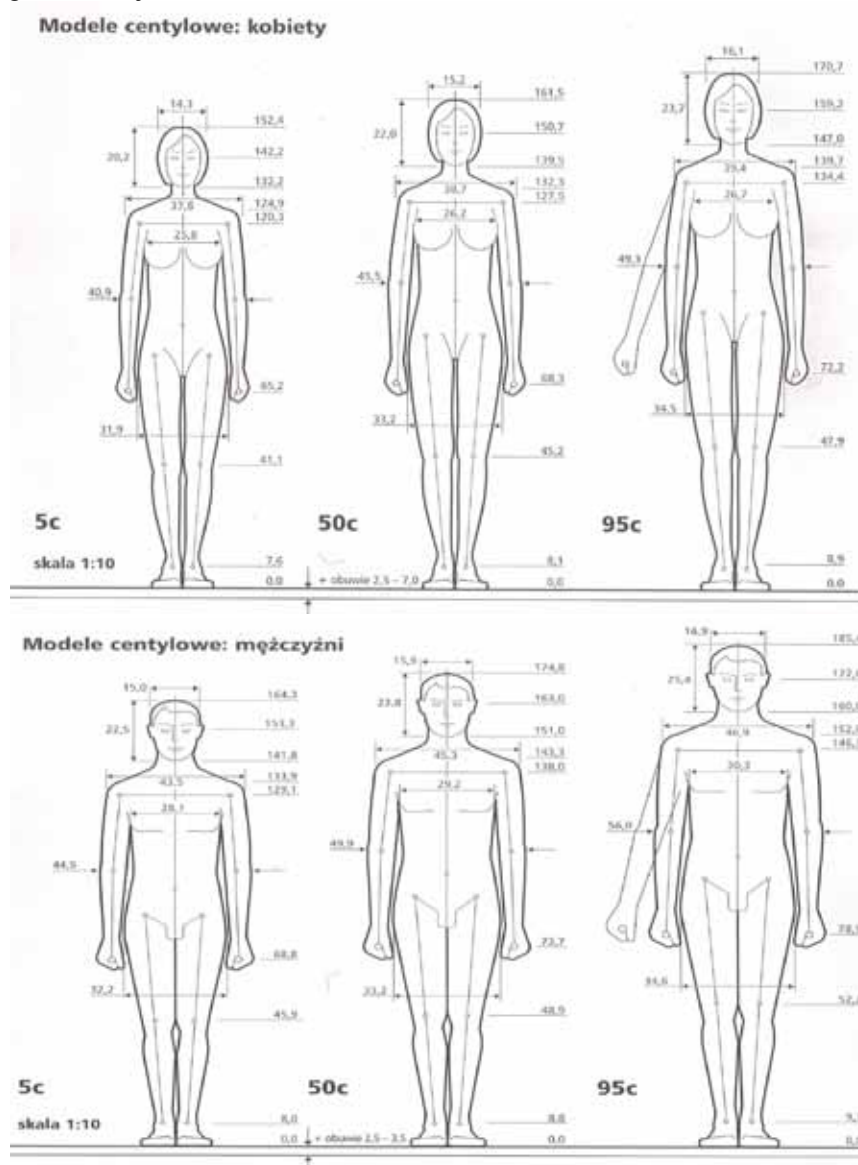
Wykonywane pomiary antropometryczne opisują sylwetkę [40]:

- ✓ wyprostowaną, zajmuje się tym antropometria klasyczna: statyczna i dynamiczna,
- ✓ naturalną, jaką przyjmuje człowiek podczas wykonywanej czynności – zajmuje się tym antropometria ergonomiczna.

W projektowaniu ergonomicznym projektant musi uwzględniać dane antropometryczne opracowane dla konkretnej populacji użytkowników, biorąc pod uwagę zróżnicowania [1]:

- ✓ rasowe (rasa biała, czarna i żółta),
- ✓ konstytucjonalne (budowa somatyczna),
- ✓ dymorficzne (różnice między mężczyznami i kobietami),
- ✓ rozwojowe (zmiany ontogenetyczne od urodzenia do starości).

Przykład różnic dymorficznych wymiarów antropometrycznych w pozycji stojącej uwzględniających rozkład centylowy populacji ilustruje rysunek 1.



**Rys. 1. Różnice dymorficzne wymiarów antropometrycznych w pozycji stojącej uwzględniające rozkład centylowy populacji.**

5c - Centyl 5, 50c - Centyl 50, 95c - Centyl 95

**Fig. 1. Dimorphic differences in anthropometric measurements in a standing position including percentile distribution of the population.**

5c - Percentile 5, 50c - Percentile 50, 95c - Percentile 9

Źródło: Batogowska A., Słowikowski J. 1994 [2]

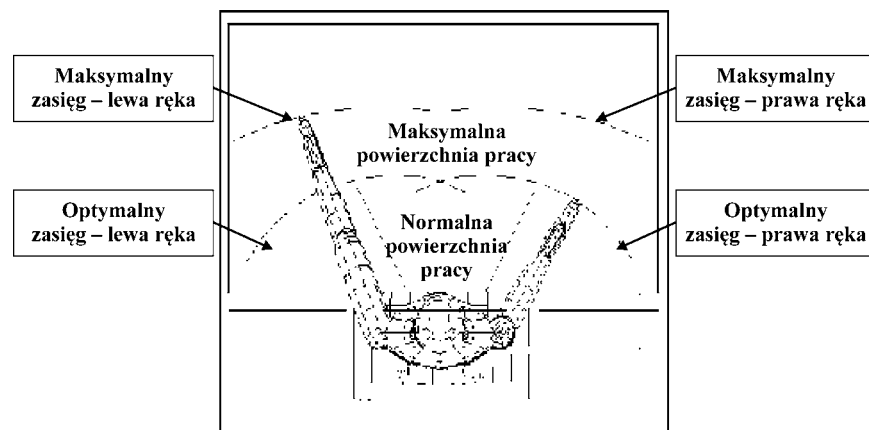
## ERGONOMICZNE PODSTAWY ORGANIZACJI STANOWISK PRACY

Według Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 169 z 2003 poz. 1650) stanowiskiem pracy nazywamy przestrzeń pracy wraz z wyposażeniem w środki i przedmioty pracy, w której pracownik lub zespół pracowników wykonuje pracę.

Norma PN-EN 614 – 1: 2007 [24] mówi, że stanowisko pracy danego pracownika tworzy ogół środków pracy (narzędzia, maszyny, pojazdy, przyrządy, meble i inne przedmioty stosowane w systemie pracy), znajdujących się w przestrzeni pracy (przestrzeń przewidziana dla osoby lub grupy osób do wykonania zadania roboczego), otoczonych środowiskiem pracy (czynnikami fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi, organizacyjnymi, społecznymi i kulturowymi).

Stanowisko pracy powinno zapewnić pracownikom bezpieczeństwo, nie zagrażać ich zdrowiu ani życiu oraz nie wpływać na utratę zdolności do pracy. Konstrukcja stanowiska pracy, jego wymiary i wzajemne usytuowanie wszystkich elementów (siedzisko, elementy informacyjne, sterownicze, urządzenia pomocnicze, oprzyrządowanie itp.), powinno być zgodne z wymaganiami wynikającymi z psychofizycznych (antropometrycznych, fizycznych i psychologicznych) możliwości pracownika oraz charakteru pracy (wykonywanych czynności) [32]. Na stanowisku pracy zapewnić należy odpowiednią powierzchnię oraz urządzenia wynikające ze stosowanych technologii. Narzędzia, które są często używane powinny znajdować się w zasięgu ręki, natomiast te używane rzadziej – dalej. Wszystkie przedmioty powinny mieć swoje stałe miejsce na półkach, w szafkach i szufladach [13]. Na stanowisku pracy nie wolno przechowywać surowców, gotowych wyrobów, materiałów pomocniczych i odpadów w ilościach większych niż wynikających z potrzeb technologicznych, umożliwiających utrzymanie ciągłości pracy na danej zmianie [32].

Punktem wyjścia do określenia powierzchni pracy jest znajomość zasięgów kończyn człowieka wykonującego daną pracę (rys.2). Umożliwia to również określenie strefy pracy. Na stanowisku pracy człowiek może wykonywać



Rys. 2. Określenie powierzchni pracy dla płaszczyzny poziomej.  
Fig. 2. Determination of the work surface for horizontal plane.

Źródło: Karwowski W. 2001 [18]

czynności robocze w różnych pozycjach. Do najbardziej popularnych zaliczamy [29]:

- ✓ pozycję siedzącą,
- ✓ pozycję stojącą i półstojącą,
- ✓ pozycję leżącą (tyłem, przodem),
- ✓ pozycję kłęczącą.

Przy wyborze pozycji roboczej dla prac charakteryzujących się pokonywaniem znacznych oporów, wykonywaniem ruchów kończynami górnymi, dolnymi i tułowiem o szerokim zakresie ruchu najbardziej korzystny układ dźwigni zapewnia pozycja stojąca [28]. Dodatkowo pozycja ta daje pracownikowi większą mobilność, dzięki czemu wykorzystywana jest większa przestrzeń pracy. W pozycji tej wszystkie prace powinny być wykonywane co najmniej na wysokości łokciowej (7 cm poniżej łokcia). Dla przykładu: pracownik o wzroście 167 cm ma łokcie na wysokości 104 cm, więc górna powierzchnia stołu powinna znajdować się na wysokości 97 cm. Do prac precyzyjnych należy stosować stoły o nieco większej wysokości, aby przedmiot manipulacji był bliżej oczu. Należy też pamiętać, aby pracę wykonywać z przodu, możliwie jak najbliżej osi ciała oraz by ciężar ciała był rozłożony równomiernie na dwie stopy [41].

Normalna powierzchnia stanowiska pracy definiowana jest jako przestrzeń zamknięta w obrębie łuku określonego przez obrót przedramienia w płaszczyźnie poziomej, licząc do granicy łokcia. Dla większości ludzi promień ten wynosi 35,6 – 40,6 cm. Pole określone łukiem dla obu rąk mówi o normalnej powierzchni pracy dla każdej z rąk (rys. 2). Miejsce gdzie oba łuki zachodzą na siebie wyznacza normalną powierzchnię dla pracy wymagającej użycia obu rąk. Takie czynności jak cięcie, mieszanie, łączenie produktów najlepiej wykonuje się w obrębie normalnej powierzchni pracy. Maksymalną powierzchnię pracy definiuje się w podobny sposób, tylko promień określa się przy użyciu całej ręki. Powierzchnia poza maksymalną wymaga pochylania się i sięgania, dlatego ruchy do tego rejonu powinny być ograniczone do minimum [20]. Według Wykowskiej [41], decydując się na stanowisko pracy, na którym będzie wykonywana praca w pozycji stojącej należy:

- ✓ zachować odpowiednią wysokość pola pracy (ustala się ją przyjmując za punkt odniesienia wysokość łokcia przy ramionach swobodnie opuszczonych wzdłuż tułowia),
- ✓ zachować optymalny obszar pracy – wyznaczany przez głębokość od przedniej krawędzi stołu i odległość od środka stołu – najrozsądniejszym rozwiązaniem jest wymiar około 30-35 cm od krawędzi (maksymalnie do 50 cm) oraz odległość wynosząca 25/30 cm licząc od środka stołu (maksymalnie 50/60 cm),
- ✓ zachować odpowiednie rozmieszczenie elementów pracy – rozmieszczenie powinno być zorganizowane według ważności poszczególnych elementów oraz częstości ich stosowania.

Według wymagań ergonomii stanowisko pracy powinno mieć wymiary: 60 cm szerokości i co najmniej 120 cm długości. Od krawędzi stołu do przejścia komunikacyjnego należy zostawić przestrzeń o szerokości min. 20 cm [39].

W literaturze niemieckiej można znaleźć następujące sugestie dotyczące stanowiska pracy: przy wykonywaniu pracy stojącej maksymalna szerokość stanowiska pracy ma wynosić – 87,5 cm, długość 175 cm, a wysokość 85 cm [22]. Wartości te winny być przyjmowane przy projektowaniu technologicznym.

Projekt każdego pomieszczenia musi uwzględniać przede wszystkim powierzchnię stanowiska pracy, przestrzeń niezbędną do swobodnego wykonywania czynności i komunikacji oraz rodzaj wyposażenia charakterystycznego dla danego zakładu [8]. Zarówno w przypadku pomieszczeń magazynowych, jak i produkcyjno – ekspedycyjnych ważnym czynnikiem jest powierzchnia przeznaczona na komunikację wewnętrzną. Projektując trakty komunikacyjne wewnątrz pomieszczeń niezbędne jest dostosowanie się do wymagań ergonomii [14]. Szerokość szlaków komunikacyjnych według wymagań brytyjskich winna wynosić [7]:

- ✓ przejść roboczych 90 – 120 cm,
- ✓ przejść roboczych pomiędzy dwoma stanowiskami pracy 150 – 180 cm,
- ✓ przejść głównych 210 – 330 cm.

Według niemieckiej normy DIN 66075 szerokości przejść bocznych wynosi 150-180 cm, a przejść głównych – 210-330 cm [22]. Kazarian [19] podaje, że do swobodnego wykonywania czynności manualnych niezbędne jest zachowanie właściwej odległości pomiędzy stanowiskiem pracy a szlakiem komunikacyjnym, która powinna wynosić 61-91,4 cm, przy czym:

- ✓ 61 cm jest wielkością minimalną i nie może być zastosowana przy czynnościach wymagających pochylania się i skręcania, lub gdy drzwi i elementy sterowania urządzeniami wkraczają na tą powierzchnię,
- ✓ 76,2 cm jest szerokością pożądaną, jeśli zapewnia swobodę ruchu pracownika,
- ✓ 91,4 cm musi być przestrzegane, gdy pracownik będzie obsługiwał piekarnik, steamer lub inne sprzęty gdzie otwierane są drzwi.

## PODSUMOWANIE

Prawidłowa organizacja środowiska pracy sprzyja sprawnemu i higienicznemu prowadzeniu procesów technologicznych. Projektant technolog, projektując zakład winien brać pod uwagę wszystkie aspekty związane z technologią, ale również z ergonomią w układzie człowiek - praca, człowiek - maszyna. W ujęciu ergonomicznym, schemat projektowania ostatniego z układów polega na ustaleniu funkcji, jakie dany układ będzie miał do spełnienia, następnie przydzieleniu pewnych czynności w tym układzie maszynie, a innych człowiekowi i stworzeniu temu ostatniemu optymalnych warunków wykonywania przydzielonych mu zadań. Do warunków tych należą:

- ✓ charakterystyki wymiarowe stanowiska pracy, w tym również wyposażenia technologicznego, rozumiane jako jego długość, głębokość oraz szerokość,

- ✓ charakterystyki wymiarowe ciągów komunikacyjnych i przejść, przy zachowaniu prawidłowej przestrzeni stanowiska pracy, określanej jako odległość między stanowiskiem pracy a szlakiem komunikacyjnym,
- ✓ prawidłowe parametry materialnych warunków pracy, jakimi są przede wszystkim mikroklimat, oświetlenie i hałas.

Optymalizacja warunków pracy, to nie tylko prawidłowe zaprojektowanie, ale także nieustanna analiza, korygowanie i uwzględnianie zmian zachodzących w organizacji czy wyposażeniu stanowiska. Zapewnia to maksymalizację pracy oraz podniesienie jej efektywności przy minimalizacji wysiłku i zapewnieniu bezpieczeństwa i higieny pracy.

## LITERATURA

- [1] **BATOGOWSKA A., MALINOWSKI A. 1997.** Ergonomia dla każdego. Wydawnictwo Sorus, Poznań.
- [2] **BATOGOWSKA A, SŁOWIKOWSKI J. 1994.** Atlas antropometryczny dorosłej ludności Polski dla potrzeb projektowania. Instytut Wzornictwa Przemysłowego, Warszawa.
- [3] **CHMIELEWSKI H., 1977.** Międzynarodowy Układ Jednostek Miar SI. WSiP, Warszawa.
- [4] **Department of Community Preservation and Development. 2005.** General requirements and application for food facilities. Environmental Health Division.
- [5] **DŁUŻEWSKI M. 1974.** Technologiczne projektowanie zakładów przemysłu spożywczego. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa.
- [6] **DURLIK I. 2004.** Inżynieria zarządzania. Cz. I, Wydawnictwo PLACENTA, Warszawa.
- [7] **Food Safety and Hygiene Working Group. 1997.** Industry guide to good hygiene practice: catering guide. Chadwick House Group Ltd.
- [8] **Foodland Drug Administration FDA Code Requirements. 2003.** Quality assurance food facility design checklist.
- [9] **GÓRSKA E. 1998.** Diagnoza ergonomiczna. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [10] **GÓRSKA E., TYTYK E. 1996.** Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [11] **GRZESIŃSKA W. 2012(a).** Etapy projektowania zakładów żywienia zbiorowego w: Grzesinska W. [red.]: Technologiczne projektowanie zakładów gastronomicznych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 21-31.
- [12] **GRZESIŃSKA W. 2012 (b).** Organizacja procesu produkcyjnego w zakładach gastronomicznych. Rozdział 3. Kucharz & Gastronom Vademecum, Warszawa, 25-38.
- [13] **GRZESIŃSKA W. 2008.** *Z miarą w rękę.* Przegląd Gastronomiczny. 6, 5.
- [14] **GRZESIŃSKA W., 2000.** *Odpowiednio szerokie, odpowiednio wysokie. Ciągi komunikacyjne na zapleczu gastronomicznym.*, Przegląd Gastronomiczny, 9, 3.

- [15] **Howard County Health Department. 2003.** The plan review process for foodservice facilities.
- [16] **ISAŃSKA-ĆWIEK A. 2006.** *Mikroklimat pomieszczeń produkcyjnych zakładów żywienia zbiorowego.*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, 9, 36-39.
- [17] **JOHNSON J. B. 2003.** Planning guide for foodservice facilities, Health Department Maryland.
- [18] **KARWOWSKI W. 2001.** International encyclopedia of ergonomics and human factors. Taylor and Francis, Londyn.
- [19] **KAZARIAN E. E. 1989.** Foodservice facilities planning, Van Nostrand Reinhold, Nowy Jork.
- [20] **MACRAE R., ROBINSON R. K., SADLER M. J. 1993.** Encyclopedia of food science, food technology and nutrition, tom 3, Academic Press Limited.
- [21] **NC Department of Environmental and Natural Resources, Section 2600, 2005.** The sanitation of food service establishments. NC DENR, DEH Environmental Health Services.
- [22] **NEUFERT E. 2000.** Podręcznik projektowania architektoniczno – budowlanego. Wydawnictwo ARKADY, Warszawa.
- [23] **NORMA PN-EN 12464-1:2004.** *Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Cz. I: Miejsca pracy we wnętrzach.*
- [24] **NORMA PN-EN 614 – 1: 2007.** *Bezpieczeństwo maszyn – Ergonomiczne zasady projektowania – Terminologia i wytyczne ogólne.*
- [25] **NORMA PN-78/B-03421: Wentylacja i Klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi.**
- [26] **NORMA PN-82/B-02402: Ogrzewnictwo. Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.**
- [27] **Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. Nr 169, poz.1650 z 2003 roku z późniejszymi zmianami Dz.U. Nr 49 poz.330).**
- [28] **OLSZEWSKI J. 1997.** Podstawy ergonomii i fizjologii pracy. Akademia Rolnicza w Poznaniu, Poznań.
- [29] **PACHOLSKI L. 1986.** Ergonomia. Politechnika Poznańska, Poznań.
- [30] **PAWLAK H. 2009.** Ergonomiczna ocena stanowisk pracy w przemyśle rolno – spożywcym. Zeszyt 339. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, Lublin.
- [31] **PEŁECH A. 2008.** Wentylacja i klimatyzacja. Podstawy. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [32] **RĄCZKOWSKI B. 2009.** BHP w praktyce. Wydawnictwo ODDK, Gdańsk.
- [33] **ROSNER J. 1985.** Ergonomia. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- [34] **Rozporządzenie (WE) Nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 29 kwietnia 2004 w sprawie higieny środków spożywczych (Dz. Urz. I.139 z 30.04.2004, s. 1-54)**
- [35] **Southern Nevada Health District. 2006.** Food service establishment plan review requirements for equipment and facilities, Direct Line: 759-1258.
- [36] **SZYMCZAK C. 1998.** Elementy teorii projektowania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 18.
- [37] **TARNOWSKI W. 1997.** Podstawy projektowania technicznego. Wydawnictwo Naukowo- Techniczne, Warszawa.
- [38] **TRZECIAK M. 1996.** Podstawy ergonomii. Wyższa Szkoła Inżynierska im. K. Pułaskiego w Radomiu, Radom.
- [39] **TYTYK E. 2001.** Projektowanie ergonomiczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa - Poznań.
- [40] **WRÓBLEWSKA M. 2004.** Ergonomia. Skrypt dla studentów. Politechnika Opolska, Opole.
- [41] **WYKOWSKA M. 2009.** Ergonomia jako nauka stosowana. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Techniczne AGH, Kraków.

Dr inż. Olga SZULECKA  
 Prof. dr hab. inż. Andrzej DOWGIAŁŁO  
 Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa  
 Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy  
 Dr hab. inż. Wojciech WEINER, prof. nadzw. WSG  
 Instytut Informatyki i Mechatroniki  
 Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

## MOŻLIWOŚCI POZYSKIWANIA ŚWIEŻEGO OLEJU ŁOSOSIOWEGO ZE SKÓR CAŁYCH Z WYKORZYSTANIEM HYDROLIZY ENZYMATYCZNEJ SUROWCA®

The possibilities of fresh salmon oil extraction from the salmon whole skins®

**Słowa kluczowe:** skóry z łososia, ekstrakcja oleju, preparat pepsyny, żelatyna rybna.

*W przetwórstwie łososi odpadowe skóry wraz z tkanką podskórną stanowią 5-6% masy surowców i zawierają 35% cennego tłuszczu. Tłuszcz ten można odzyskać w postaci czystego oleju rybnego na drodze ekstrakcji wodą w temperaturze otoczenia, z wydajnością ok. 64%. Zastosowanie do ekstrakcji tłuszczu ze skór łososi wodnej zawiesiny handlowego preparatu pepsyny w stężeniu od 0,46% do 1,85% zwiększa stopień odzysku oleju rybnego ze skór łososi do ponad 90%. Pozostające po odwirowaniu oleju mokre osady zawierają 9-10% białek kolagenowych i mogą być wykorzystane do wytwarzania żelatyny rybnej.*

**Key words:** salmon skins, oil extraction, pepsin preparation, fish gelatine.

*The skins with subcutaneous tissue as a waste material after salmon processing represent 5-6% by weight of the raw materials and contain 35% valuable fat. This fat can be recovered in the form of a pure fish oil by extraction with water at ambient temperature with a yield of approx. 64%. The use in extraction of the fat from salmon skins commercial preparation of an aqueous suspension of pepsin at a concentration of 0.46% to 1.85% increases the recovery of fish oil from salmon skins for more than 90%. The remaining wet sludge after centrifugation of the oil contains 9-10% collagen protein and can be used for the preparation of fish gelatine.*

### WPROWADZENIE

Wielkość przetwórstwa łososia w Polsce charakteryzuje się w ostatnich latach stałym wzrostem. W krajowych zakładach przetwórstwa ryb w 2012 roku wyprodukowano ponad 53 tys. ton. produktów wędzonych z łososi [10].

Najczęściej wytwarzanym produktem finalnym z importowanych do Polski patroszonych łososi są plastry wędzonego mięsa, które uzyskuje się z odkórzonych i uwędzonych filetów z łososi. W procesie wytwarzania takiego produktu powstają duże ilości odpadów, takich jak głowy, kręgosłupy z żebrami, skóry z tkanką podskórną, które mogą stanowić surowiec do dalszego przetwórstwa i uzyskiwania z nich np. oleju i żelatyny. Łączna masa tych odpadów stanowi około 30% masy przetwarzanych łososi, a masa samych skór z tkanką podskórną jest oceniana na 5-6% masy łososi.

Korzystną cechą odpadów rybnych z procesów przetwarzania łososi jest ich świeżość oraz dobry stan sanitarno-higieniczny. Z tego względu odpady te mogą być wykorzystywane jako surowce do wytwarzania oleju rybnego i innych produktów przeznaczonych do spożywania przez ludzi.

Skóry łososi są dobrym surowcem zarówno do produkcji żelatyny, jak i do uzyskiwania z nich oleju rybnego, gdyż zawierają ok. 35% tłuszczu. Poprzez zastosowanie operacji mizdrowania możliwe jest oddzielenie skóry od tkanki podskórnej i wykorzystywanie tych dwóch rodzajów odpadów oddzielnie, skór jako surowca do produkcji żelatyny,

a tkanki mięsno-tłuszczowej do odzysku oleju. Jednak w przetwórnich nie zawsze dostępne są mizdrownice a obróbka ręczna operacji mizdrowania jest pracochłonna. Stąd istnieje potrzeba zagospodarowywania całych skór, z tkanką podskórną, w jednym procesie polegającym na ekstrakcji z nich oleju a następnie na ekstrakcji żelatyny rybnej.

Stosuje się różne metody ekstrakcji tłuszczów z tkanek rybnych, np. frakcjonowanie [5], nisko lub średniotemperaturową ekstrakcję przy użyciu rozpuszczalników [3, 9], ekstrakcję z użyciem enzymu proteolitycznego [6,8], ekstrakcję płynem w stanie nadkrytycznym [4] czy tłoczenie [7]. Tymi metodami można pozyskać ok. 55-88% pozostałego w różnych rodzajach odpadów rybnych tłuszczu. Najpowszechniejszym sposobem uzyskiwania oleju z tkanek rybnych jest ekstrakcja parą na gorąco. Polega ona na gotowaniu surowca parą pod ciśnieniem z dodatkiem lub bez dodatku wody. Następnie z ugotowanego surowca frakcja płynna jest odciskana na prasie i odwirowywana by odzyskać wyłoczony olej [1,2].

Ekstrakcja na gorąco powoduje denaturację tkanki mięśniowej, destrukcję komórek tłuszczowych i uwolnienie tłuszczu. Jest to skuteczna, jednak bardzo energochłonna metoda ekstrakcji tłuszczu. Jest ona nieprzydatna w przypadku, gdy produkty odpadowe tej operacji (skóry lub mokry osad) mają być użyte do produkcji kolagenu i żelatyny. Zbyt wysoka temperatura stosowana podczas ekstrakcji powoduje denaturację białek i czyni ów produkt (pozostały

z ekstrakcji tłuszczu) nieprzydatnym do uzyskiwania z niego żelatyny lub kolagenu rybnego. Oba te białka rybne muszą być pozyskiwane w niskich temperaturach.

Dla zakładów przetwórstwa ryb możliwość odzyskania oleju rybnego z odpadów, w tym ze skór łososi, na drodze prostej, niskotemperaturowej ekstrakcji wodą, byłaby bardzo korzystna pod względem energetycznym, technicznym i ekonomicznym.

Niskotemperaturowa ekstrakcja tłuszczu wodą, bez udziału enzymów, z odpadów ryb tłustych, takich jak łosoś, jest przedmiotem zgłoszenia patentowego o nr 392002 [12].

Badania ekstrakcji oleju z kręgosłupów po maszynowym filetowaniu łososi, z użyciem enzymu proteolitycznego o nazwie handlowej Protamex™, kompleksem proteaz pochodzących z bakterii *Bacillus*, prowadzili m. in. Liasset i in. [6]. Osiągnęli oni 84,4% odzysku oleju z kręgosłupów łososiowych, jednak w swoich badaniach stosowali stosunkowo wysoką temperaturę operacji ekstrakcji 55-60°C, co uniemożliwiało zastosowanie otrzymanego jako odpad mokrego osadu do uzyskiwania żelatyny.

**Celem artykułu jest charakterystyka bilansu masowo-chemicznego procesu niskotemperaturowej ekstrakcji wodą tłuszczu z całych skór łososi z tkanką podskórną, które powstają przy produkcji filetów z łososi, z zastosowaniem dodatku handlowego preparatu enzymu proteolitycznego – pepsyny.**

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem do badań były surowe skóry łososi z tkanką podskórną i łuskami, które po uzyskaniu bezpośrednio z linii produkcyjnej zakładu przetwórczego zamrożono w rulonach w temp. -20°C, umieszczając je w workach z tworzywa sztucznego.

W dniu badania zamrożone skóry pocięto na drobne kawałki a następnie zmielono w maszynie z zastosowaniem sita o średnicy oczek 3 mm. Próbkę uśredniono, a następnie oznaczono jej skład chemiczny (tab. 1).

**Tabela 1. Skład chemiczny skór z łososi z tkanką podskórną**

**Table 1. Chemical composition of salmon skins with subcutaneous tissue**

Parametr	Skóry z tkanką podskórną (%)
Woda	51,94±0,15
Sucha masa	49,06±0,15
Tłuszcz	31,04±0,12
Popiół	2,27±0,04
Substancje białkowe, w tym:	15,75±0,02
– białka niekolagenowe	4,55±0,01
– białka kolagenowe	11,20±0,02

**Źródło:** Badania własne

Z mieszaniny odważono 5 prób po 125 g każda i umieszczono je w szklanych słojach („twist-off”) o pojemności 500 cm<sup>3</sup>.

Do każdej próby dodano po 125 g zimnej wody (stosunek masy skór do wody 1:1). Próby oznakowano „0”, „A1”, „A2”, „B1”, „B2”. Próba oznakowana „0” była próbą bez

dodatku enzymu, zaś do prób oznakowanych literą „A” dodano Pepsyny 30.000 E/G (2.000 FIP/G), a do prób oznakowanych literą „B” preparat Pepsyny 2.000 FIP/G. Oba preparaty pochodziły od jednego dostawcy. Nie różniły się one aktywnością enzymatyczną a jedynie rozpuszczalnością w wodzie. Preparat dodany do prób B charakteryzował się całkowitą rozpuszczalnością w wodzie, zaś w przypadku preparatu dodawanego do prób „A” producent deklarował, iż preparat ten będzie dawał klarowny roztwór przy stężeniu 5%. Odczyn pH 1% roztworów obu preparatów wynosił 4,3-4,5.

W badaniach sporządzono roztwory zawiesiny wodnej obu preparatów pepsyny o stężeniu 25%. Do prób zmielonych skór z wodą dodano:

- ✓ próba „0”: 20 g wody – próba odniesienia, bez pepsyny;
- ✓ próba „A<sub>1</sub>”: 5 g zawiesiny pepsyny A + 15 g wody; stężenie pepsyny A: 0,46%;
- ✓ próba „A<sub>2</sub>”: 20 g zawiesiny pepsyny A; stężenie pepsyny A: 1,85%;
- ✓ próba „B<sub>1</sub>”: 5 g zawiesiny pepsyny B + 15 g wody; stężenie pepsyny B: 0,46%;
- ✓ próba „B<sub>2</sub>”: 20 g zawiesiny pepsyny B; stężenie pepsyny B: 1,85%;

Ogólna masa każdej próby wynosiła 270 g, w tym 125 g skór.

Wszystkie próby zamknięto w słojach i pozostawiono w temp. otoczenia na 20 godz., okresowego mieszając, w celu dokonania hydrolizy białek. Po tym czasie mieszaniny odwirowano w wirówce sedymentacyjnej przez 10 min, przy 10000 obr/min.

Uzyskano rozdział mieszanin na 3 frakcje: górną – olejową, środkową – wodną i dolną – stały uwodniony osad.

Poszczególne frakcje zebrano oddzielnie i zważono w celu sporządzenia bilansu masowego procesu enzymatycznej hydrolizy skór i rozdziału uzyskanych mieszanin reakcyjnych metodą wirowania.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskany w procesie olej, w każdej z prób charakteryzował się łososiową barwą i nikłym, naturalnym zapachem. Bilans mas dla poszczególnych próbek hydrolizowania i rozdziału skór z łososi przedstawiono w tabeli 2.

Dla oceny efektywności zastosowania enzymów proteolitycznych w procesach wydzielania z nich oleju rybnego najistotniejszym jest określenie wydajności odzysku oleju w postaci czystej frakcji olejowej oraz odzysku białek kolagenowych w formie osadu uzyskiwanego po odwirowaniu hydrolizowanych skór.

Wydajność procesu odzyskiwania tłuszczu w procesie hydrolizy wspomaganą enzymatycznie wyniosła od 88,9% do 95,1% w zależności od rodzaju i ilości zastosowanego preparatu pepsyny.

Wyniki te są wyższe od wyniku otrzymanego w próbie zerowej o 38,9-48,6%, co pokazuje, że zastosowanie do procesu hydrolizy dodatku enzymu proteolitycznego – pepsyny o aktywności 2000 FIP/G – zwiększa wydajność procesu ekstrakcji o prawie połowę. Wyniki pokazują stosunkowo

**Tabela 2. Bilans mas dla poszczególnych próbek hydrolizowania i rozdziału skór z lososi**  
**Table 2. Mass balance for each of analysed samples and produced fractions of hydrolysed salmon skins**

PRÓBA	OZNAKOWANIE PRÓBEK				
	„0” 0% pepsyny	„A1” 0,46% pepsyny	„A2” 1,85% pepsyny	„B1” 0,46% pepsyny	„B2” 1,85% pepsyny
I. Zmielone skóry:					
– Masa (g)	125	125	125	125	125
– pH	6,83	6,85	6,83	6,83	6,84
– Tłuszcz (%/g)	31,04/ 38,8	31,04/ 38,8	31,04/ 38,8	31,04/ 38,8	31,04/ 38,8
II. Masa (g/%)	270 ** /100	270* /100	270*/100%	270*/ 100%	270* /100%
– pH po dodaniu 125 g H <sub>2</sub> O + 20 g enzymu lub wody i enzymu*	6,83	6,67	6,32	6,63	6,33
– i pH po 20 godz.	6,69	6,50	6,24	6,46	6,26
III. W przelicz. na całą próbkę, 270 g					
– Osad (g),	82,9	74,3	69,1	77,0	68,8
– Faza ciekła, og. (g):	187,3	195,8	199,8	193,0	201,1
– Faza wodna (g)	162,5	160,2	163,9	158,0	164,2
– Faza olejowa (g)	24,8	35,6	36,9	34,5	36,3
IV. W przelicz. na masę próbki, 125 g					
– Osad (%):	66,3	59,44	55,28	61,6	55,04
– Faza wodna (%)	13,86	12,08	15,20	10,85	15,92
– Faza olejowa (%)	<b>19,84</b>	<b>28,48</b>	<b>29,52</b>	<b>27,6</b>	<b>29,04</b>
<b>Odzysk tłuszczu (%)</b>	<b>ok. 64</b>	<b>ok. 91,7</b>	<b>ok. 95,1</b>	<b>ok. 88,9</b>	<b>ok. 93,5</b>

\* W próbkach A1 i A2 preparat pepsyny A; w próbkach B1 i B2 preparat pepsyny B

\*\* W próbce „0” zamiast 20 g enzymu dodano 20 g H<sub>2</sub>O razem 125 g + 20 g = 145 g H<sub>2</sub>O

Źródło: Badania własne

**Tabela 3. Bilans masowo-chemiczny frakcji stałych uzyskanych w procesie ługowania tłuszczu ze skór lososi, wodą (próbka „0”) oraz wodą z dodatkiem preparatu pepsyny A w stężeniu 1,85% (próbka „A2”)**

**Table 3. The mass and chemical balance of solids fractions obtained in extraction process of oil from salmon skins by water (sample “0”) and by water and pepsin A in the concentration of 1,85% (sample “A2”)**

PARAMETR	PRÓBA				
	Surowiec – rozdrobnione skóry	„0” osad po ekstr. wodą i odwirowaniu	„A2” osad po enzym. hydroli. i odwirowaniu	Wydajność dla próbki „0” (%)	Wydajność dla próbki „A2” (%)
Masa (g)	100	66,3	55,3	66,3	55,3
Sucha masa (g/%)	49,06/49,06	22,1/33,3	7,42/11,2	45,0	37,9
Tłuszcz (g/%)	31,04/31,04	1,0/1,5	5,39/9,7	23,3	17,4
Popiół (g/%)	2,27/2,27		0,91/1,6	44,0	40,0
Białko og. (g/%) (z bilansu)	15,75/15,75	13,66/20,6	12,31/22,3	86,7	78,16
N <sub>og</sub> (g/%)	2,76/2,76	2,39/3,6	2,14/3,88	86,6	77,5
Hydroksyprol.	0,80/0,80	0,72/1,08	0,64/1,16	90,0	80,0
Białka kolagen. B <sub>k</sub> (hy-pro x 14) (g/%)	11,2/11,2 (0,8 x 14)	10,02/15,12	8,98/16,24	89,5	80,2
Azot kolagenowy N <sub>k</sub> = B <sub>k</sub> /5,55 (g/%)	2,02/2,02	1,80/2,72	1,62/2,93	89,1	80,2
Azot niekolagenow. N <sub>nk</sub> = N <sub>og</sub> – N <sub>k</sub> (g/%)	0,74/0,74	0,58/0,87	0,52/0,95	78,4	70,3
Białka niekolag. N <sub>nk</sub> x 6,25 (g/%)	4,6/4,6	3,63/5,47	3,3/5,96	78,9	71,7
Białka niekolag. (z bilansu) B <sub>nk</sub> = B <sub>og</sub> - B <sub>k</sub> (g/%)	4,55/4,55	3,63/5,47	3,33/6,02	79,8	73,2
B <sub>og</sub> /N <sub>og</sub>	5,7 (15,75/2,76)	5,72	5,74	-	-

Źródło: Badania własne

niewielkie różnice w wydajności ekstrakcji oleju wspomaganą hydrolizą enzymatyczną z dodatkiem dwóch rodzajów preparatów pepsyny oraz nieco większe z zastosowaniem dwóch stężeń tych preparatów, co może wskazywać na fakt, iż zastosowanie wyższego stężenia - 1,85% pepsyny, pozwala na wyekstrahowanie tylko nieco większej

ilości oleju ze skór łosiowych. Jak pokazały wyniki badań największą wydajność odzysku oleju uzyskano stosując stężenie 1,85% preparatu pepsyny 30.000E/G (2000 FI-P/G) (próbka „A2”) i to dla tej próby wykonano szczegółowy bilans masowo-chemiczny frakcji stałych uzyskiwanych w procesie ługowania tłuszczu (tab. 3).



Wyniki innych autorów pokazały możliwości ekstrakcji oleju z kręgosłupów łososi metodą hydrolizy enzymatycznej (z zastosowaniem enzymu Protamex) z wydajnością wynoszącą 77,4% [6], z głów łososi w temp. 50°C z wydajnością odpowiednio 65% i 88% tłuszczu przy zastosowaniu bromelainy oraz enzymu Protex 30L [8] i z rybnych odpadów mieszanych metodą ekstrakcji płynem w stanie nadkrytycznym z wydajnością ok. 83% [11]. Niższe wydajności odzysku oleju łososiowego wynoszące 55,5-71,1% - dla różnych typów skór - uzyskano metodą tłoczenia [7].

Odzysk tłuszczu uzyskany w opisywanym badaniu z dodatkiem pepsyny jest większy niż odzysk uzyskany w pracach autorów wspomnianych powyżej, co potwierdza skuteczność zastosowanej metody. Niska temperatura stosowana w procesie odzysku tłuszczu pozwala na wykorzystanie mokrego osadu pozostałego po ekstrakcji do wytwarzania żelatyny rybnej.

W mokrym osadzie, otrzymywanym jako odpad w produkcji oleju, pozostaje ok. 10% tłuszczu oraz ok. 80% białek kolagenowych (tab. 3).

Przy zastosowaniu hydrolizy z enzymem proteolitycznym Protamex<sup>TM</sup> w nierozpuszczalnym osadzie po ekstrakcji tłuszczu pozostało jeszcze 18% tłuszczu [6]. Zastosowana w tym badaniu metoda pozwala na osiągnięcie niższej zawartości tłuszczu we frakcji osadowej a więc lepsze jej oczyszczenie.

Otrzymana po hydrolizie enzymatycznej frakcja osadowa może być dobrym surowcem do otrzymywania żelatyny rybnej, jednak w procesie otrzymywania żelatyny niezbędne byłoby poddanie osadu dalszemu usuwaniu pozostałości tłuszczu.

## PODSUMOWANIE

Zastosowana w badaniach metoda ekstrakcji oleju rybnego ze skór całych w warunkach niskotemperaturowych z zastosowaniem dodatku pepsyny – przyniosła bardzo korzystne rezultaty. Pozwala ona na odzysk ok. 89-95% tłuszczu z rozdrobnionych skór z tkanką podskórną, które są trudnym do utylizacji surowcem odpadowym powstającym w zakładach przetwórstwa rybnego podczas produkcji filetów z łososia wędzonych na zimno. Wynik taki stanowi o blisko 50% wzrost efektywności operacji ekstrakcji w porównaniu do zastosowania jako substancji ługującej jedynie wody.

Ponadto niska temperatura prowadzonej operacji ekstrakcji, nie przekraczająca 20°C, pozwala na późniejsze zastosowanie mokrego osadu (bogatego w białka kolagenowe), powstającego przy produkcji oleju, do wytwarzania żelatyny.

W zakładach tych, gdzie część obróbki odbywa się ręcznie, dodatkowe mizdrowanie surowców odpadowych, jakim są skóry, byłoby pracochłonne. Opisana metoda pozwala na ekstrakcję oleju bezpośrednio w zakładzie przetwórczym, co z jednej strony zmniejszyłoby ilość odpadów wytwarzanych przy produkcji filetów z łososi, a z drugiej pozwoliłoby na wyprodukowanie dodatkowych wyrobów o wartości dodanej jakim jest olej łososiowy, stosowany np. do pasz dla zwierząt oraz mokry osad do produkcji żelatyny.

## LITERATURA

- [1] **AIDOS I., KREB N., BOONMAN M., LUTEN J. B., BOOM R. M., VAN DER PADT A. 2003.** *Influence of production process parameters on fish oil quality in a pilot plant.* Journal of Food Science, 68: 581-586.
- [2] **AIDOS I., VAN DER PADT A., BOOM R.M., LUTEN J.B. 2001.** *Upgrading of maatjes herring byproducts: Production of crude fish oil.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 3697-3704.
- [3] **ARYEE A. N. A., SIMPSON B. K. 2009.** *Comparative studies on the yield and quality of solvent-extracted oil from salmon skin.* Journal of Food Engineering, 92: 353-358.
- [4] **DUNFORD NT, TEMMELI F, LEBLANC E. 1997.** *Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of oil and residual proteins from Atlantic mackerel (Scomber scombrus) as affected by moisture content.* Journal of Food Science, 62: 289-94.
- [5] **HIRATA H., SAEKI H., NONAKA M., KAWASAKI K., OOIZUMI T., MOTOE K. 1993.** *Recovery of fish oil from the manufacturing process of highly nutritional fish meat for foodstuffs from sardine.* Nippon Suisan Gakkaishi, 59: 111-6.
- [6] **LIASET B., JULSHAMN K., ESPE M. 2003.** *Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protamex<sup>TM</sup>.* Process Biochemistry, 38: 1747-1759.
- [7] **MAZUR K., KOŁODZIEJ K., KOŁODZIEJSKI W. 2011.** *Ocena przydatności technologicznej odpadowych skór z łososi do pozyskiwania z nich oleju rybnego metodą tłoczenia.* Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 4 (77), 151-159.
- [8] **MBATIA B., ADLERCREUTZ D., ADLERCREUTZ P., MAHADHY A., MULAA F., MATTIASSON B. 2010.** *Enzymatic oil extraction and positional analysis of ω-3 fatty acids in Nile perch and salmon heads.* Process Biochemistry, 45: 815-819.
- [9] **MOFFAT C.F., MCGILL A.S., HARDY R., ANDERSON R.S. 1993.** *The production of fish oils enriched in polyunsaturated fatty acids containing triglycerides.* J. Am. Oil. Chem. Soc., 70: 133-8.
- [10] **SZOSTAK S, RAKOWSKI M., BUDNY T. 2013.** *Morska Gospodarka Rybna w 2012 r.* MIR-PIB, Gdynia.
- [11] **RUBIO-RODRÍGUEZ N., DE DIEGO S.M., BELTRÁN S., JAIME I., SANZ M. T, ROVIRA J. 2012.** *Supercritical fluid extraction of fish oil from fish byproducts: A comparison with other extraction methods.* Journal of Food Engineering, 109: 238-248.
- [12] **Zgłoszenie patentowe Nr 392002 z dnia 29.07.2010 r., pt.: Sposób otrzymywania oleju rybnego z odpadów ryb tłustych, zwłaszcza łososi.** Zgłaszający: Politechnika Gdańska i MK AQUA sp. z o. o. Szczecin. Skróc opis opublikowany przez Urząd Patentowy RP, 30.01.2012.

Mgr inż. Monika STERCZYŃSKA  
 Dr inż. Marek JAKUBOWSKI  
 Prof. dr hab. inż. Jarosław DIAKUN  
 Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
 Wydział Mechaniczny  
 Politechnika Koszalińska  
 Dr inż. Aleksander POREDA  
 Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej  
 Wydział Technologii Żywności  
 Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## SEPARACJA OSADU ZASTĘPCZEGO W KADZI WIROWEJ WYPOSAŻONEJ W PÓŁKĘ OSADOWĄ®

Substitute sediment separation in a cycling vat equipped  
 with a sediment plate®

**Słowa kluczowe:** whirlpool, osad zastępczy, modyfikacja dennicy, wirowanie, brzeczka piwna.

*W pracy przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych dotyczących przepływu separowanej mieszaniny wody i osadu zastępczego w zbiorniku laboratoryjnej kadzi wirowej – whirlpool, o pojemności  $V=2$  hl i średnicy  $D=640$  mm. Przedmiotem badań było określenie czasu trwania charakterystycznych etapów (stanów) formowania się stożka osadu zastępczego w zależności od wysokości otworu wlotowego oraz zastosowanej modyfikacji kształtu dna zbiornika w porównaniu do jego konstrukcji klasycznej. W ramach przeprowadzonych badań porównano czasy występowania stanów charakterystycznych formowania się stożka osadu dla 6 wariantów doświadczenia. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że użycie elementu zabudowy wewnętrznej w whirlpoolu nie zakłóca rotacji mieszaniny podczas wirowania. Nie zarejestrowano również znacznych odchyień w uzyskanych wartościach czasów (stanów) charakterystycznych formowania się stożka osadu w porównaniu z konstrukcją klasyczną. Opracowane rozwiązanie może, w warunkach przemysłowych, ułatwić spływ brzeczki i lepsze osuszanie stożka osadu.*

**Key words:** whirlpool, substitute sediment, tank's bottom modification, swirling, beer wort.

*This paper presents results of the experimental research on flows in a whirlpool laboratory cycling vat's tank (with the capacity of  $V=2$  hl and the diameter of  $D=640$  mm) filled with water and substitute sediment. The main subject of the research were the timings of the characteristic stages of the substitute sediment cone formation in relation to the shape modifications of the tank's bottom and the height, at which the tank's inlet was placed, in comparison to the traditional solution. As a part of the research we compared the timings from of sediment cone formation all 6 variants of the experiment. As a result, we determined that introduction of structural elements to the tank's interior does not have negative impact on the rotational flow of the swirled mixture. As for timing of occurrence of characteristic stages of sediment cone formation – in comparison to with the classic construction - no noticeable deviations of the obtained values were observed. The developed solution can, under industrial conditions, to facilitate the flow of wort and better drainage sediment cone.*

### WPROWADZENIE

Proces klarowania brzeczki piwnej (tzw. wybitej), w dziale warzelni każdego browaru, odbywa się z wykorzystaniem kadzi wirowej zwanej potocznie whirlpoolem. Jest to rodzaj cylindrycznego separatora pozbawionego w konstrukcji wewnętrznych elementów zabudowy. Przez umiejscowiony stycznie do płaszcza zbiornika otwór wlotowy wprowadzana jest brzeczka po procesie gotowania. Oddzielenie konglomeratów białkowych oraz chmielin w postaci osadu gorącego (przełomu) następuje naturalnie (grawitacyjnie), przy czym sedymentacja wspomagana jest ruchem wirowym mieszaniny. Powoduje on występowanie tzw. efektu filizanki herbaty (ang. „Tea Leaf Effect”), którego efektem jest gromadzenie się w centralnej strefie dennicy

zbiornika, gorącego osadu w formie stożka. Zjawisko to powstaje w wyniku oddziaływania przepływów o charakterze wtórnym, powstających, jako konsekwencja rotacji brzeczki w zbiorniku whirlpoola. Ten specyficzny rodzaj ruchu jest uzależniony od umiejscowienia i ukształtowania otworu, przez który brzeczka jest wpompowywana do wnętrza separatora. Po prawidłowym procesie wirowania ważne jest, aby przy wypompowywaniu brzeczki zachowana została granica pomiędzy osadem a brzeczka i by do dalszego etapu produkcji (chłodzenia i fermentacji), brzeczka nastawna została wykorzystana jako możliwie dokładnie sklarowana. Dlatego też, aby nie pogarszać jakości wytwarzanego piwa i zmniejszyć koszty produkcji, większość browarów, dodaje gorący osad wytrącony wskutek wirowania bezpośrednio do wysłodzin [2, 6, 7, 8, 12, 16].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących przepływu separowanej mieszaniny wody i osadu zastępczego w zbiorniku laboratoryjnej kadzi wirowej – whirlpool, które mogą ułatwić spływ brzezki i lepsze osuszanie stożka osadu w warunkach przemysłowych.

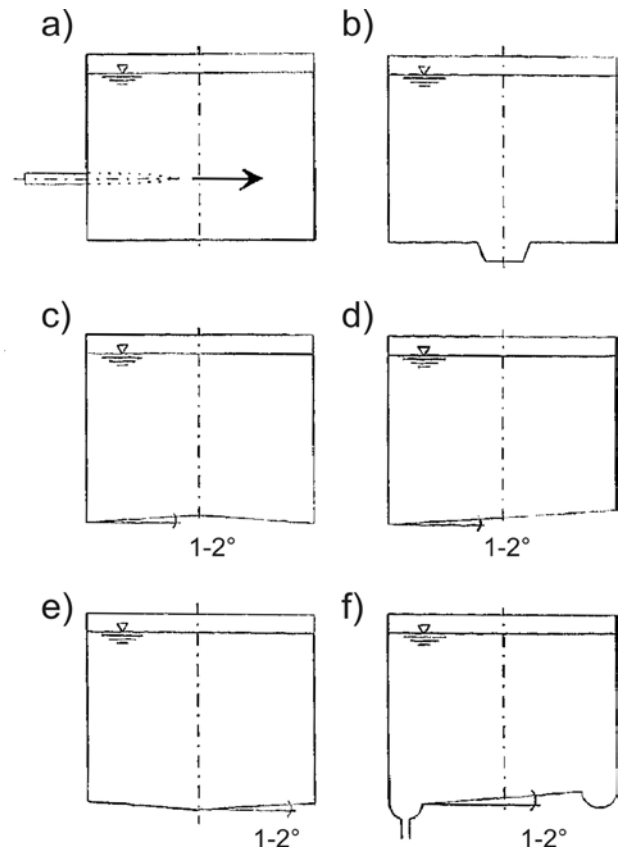
### KONSTRUKCJE KSZTAŁTU DNA W KADZI WIROWEJ

Warzelnie browarów średnich produkują od 100 tys. do 500 tys. hl brzezki rocznie. Problemy oddzielania osadu gorącego od brzezki wynikają głównie z nieprawidłowego procesu zacierania i gotowania, a także zbyt dużej prędkości wybicia brzezki czy nieodpowiedniej konstrukcji zbiornika kadzi wirowej. Dąży się do szczególnego ukierunkowania konstrukcji whirlpoola, na możliwie maksymalny odzysk brzezki piwnej bez osadu gorącego. Separator jest najczęściej zbiornikiem z dnem pochylonym o 2-3° w kierunku otworu spustowego, co umożliwia spływ samej brzezki bez osadu gorącego. Zawsze jednak istnieje utrata ok. 1% ekstraktu z brzezki. Alternatywą, którą stosują nieliczne browary, jest konstrukcja dna kadzi z wklęsłym kubkiem, gdzie gromadzi się osad. Następnie po procesie wirowania przełom jest dodatkowo odwirowywany w wirówce. Pomimo że, utrata ekstraktu maleje do 0,5%, to postępowanie takie pochłania znaczne ilości czasu oraz energii zakładu podczas produkcji. Relacja wysokości napełnienia naczynia brzezka (H) do jego średnicy (D) wynosi zazwyczaj 1:1, mimo że w rozwiązaniach techniczno-technologicznych i gotowych projektach często wynosi ok. 0,5 [1, 9, 16].

Istnieje wiele wariantów konstrukcyjnych kadzi wirowo-odsadowej, w zależności od smukłości zbiornika, zróżnicowanego kształtu dna, umiejscowienia i ilości oraz średnicy dysz zasilających i otworów spustowych. Podstawowym warunkiem doboru odpowiedniej konstrukcji dna whirlpoola jest przede wszystkim umożliwienie zebrania i utrzymania całości osadu gorącego w postaci zbitego stożka, a następnie możliwe całkowite wypompowanie sklarowanej brzezki piwnej. Na rysunku 1 przedstawiono najczęściej występujące kształty dna whirlpoola.

Kształt podstawowy to cylindryczny zbiornik z płaskim dnem (rys. 1a). Jest to kształt kadzi osadowych, charakterystyczny dla zbiorników adaptowanych, jako kadzie z zawirowaniem. Większość konstrukcji whirlpoola posiada kształt z płaską dennicą pochyloną w kierunku otworu spustowego umiejscowionego w dnie, w pobliżu jego połączenia z pobocznicy (rys. 1d). Kąt pochylenia w poszczególnych wariantach konstrukcji kadzi wynosi od 1 do 2°. Kształty przedstawione na rysunku 1c i 1f są charakterystyczne dla wariantu konstrukcyjnego whirlpool-kotła. Konstrukcja z podniesioną środkową częścią dna (rys. 1c) to rozwiązanie umożliwiające całkowity spływ brzezki piwnej i uzyskanie dobrze trzymającego się suchego stożka osadu. Usuwanie osadu następuje przez jego splukiwanie strumieniem wody z wykorzystaniem głowic myjących. Wymagane są bardzo silne strumienie wody, gdyż osad ma zwartą konsystencję. Kształt zbiornika na rysunku 1b z tzw. kubkiem osadowym (jest to wgłębienie pośrodku dna kadzi, w którym może się zbierać osad) nie znalazł powszechnego zastosowania. Ponadto rozwiązanie takie pogarsza efekt whirlpoola, ponieważ powoduje

zaburzenia w obszarze warstwy granicznej przy dnie zbiornika, a także utrudnia właściwe odsączenie stożka osadu i oczyszczanie urządzenia po realizacji etapu klarowania [3, 4, 10].



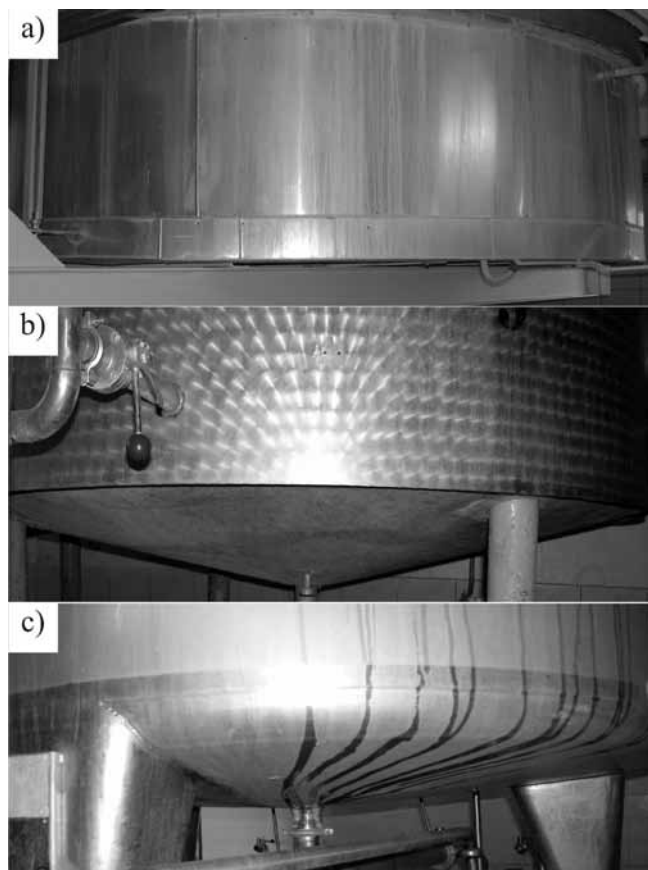
Rys. 1. Najczęściej występujące kształty zbiornika whirlpoola: a) podstawowy; b) z dnem, z misą osadową; c) ze stożkowym (wypukłym) dnem; d) z pochylonym dnem; e) ze stożkowym (wklęsłym) dnem; f) z dnem, z pochyloną półką osadową.

Fig. 1. The prevailing forms of the whirlpool tank: a) basic; b) with a bottom with a sediment trap; c) with a cone-shaped bottom (oriented inwards); d) with a tilted bottom; e) with a cone-shaped bottom (oriented outwards); f) with a bottom with a tilted sediment plate.

Źródło: Denk 1998 [3]

Na rysunku 2 przedstawiono fotografie przedstawiające zbiorniki whirlpoola z zastosowaniem różnych konstrukcji kształtu dna wykorzystywane w browarach. Można wyróżnić między innymi klasyczną konstrukcją dna whirlpoola z płaską dennicą pochyloną w kierunku otworu spustowego umiejscowionego w dnie (rys. 2a), o stożkowym dnie pochylonym pod kątem 20° (rys. 2b), a także zbiornik o płaskim kształcie dna z zaokrągleniem w obszarze połączenia pobocznicy i dna (rys. 2c).

Dobór urządzeń warzelni browarów średniej wielkości oparty jest często na projektach gotowych rozwiązań dostarczanych przez wyspecjalizowane firmy projektowo-wykonawcze. Konstrukcja kadzi wirowej posiadająca najbardziej odbiegający od klasycznego kształt dna (rys. 3), spośród konstrukcji zidentyfikowanych w polskich browarach



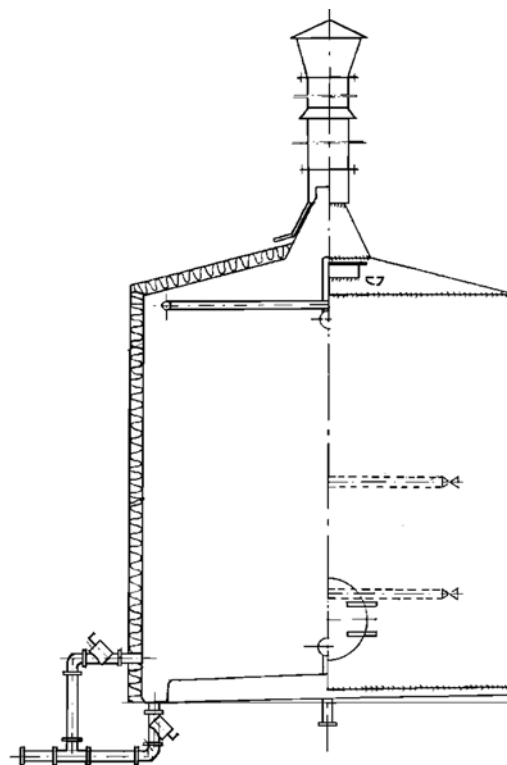
**Rys. 2. Rodzaje konstrukcji dna w zbiornikach wirłpool:** a) klasyczny kształt z płaską dennicą pochyloną w kierunku otworu spustowego umiejscowionego w dnie; b) o stożkowym dnie pochylonym pod kątem  $20^\circ$ ; c) o płaskim kształcie z zaokrągleniem w obszarze połączenia pobocznic i dna.

**Fig. 2. Types of whirlpool's bottom's structures:** a) classic shape with a flat bottom tilted towards the outlet situated in the bottom; b) with a cone-shaped bottom tilted at  $20^\circ$ ; c) flat with a rounded wall-to-bottom joint.

**Źródło:** Opracowanie własne

to whirlpool, który pracował przez wiele lat w nieistniejącym już browarze w Słupsku. Był to zbiornik zaprojektowany przez zespół Katedry Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych Politechniki Koszalińskiej. Jego oryginalność wynikała z charakterystycznego kształtu będącego połączeniem dna z tzw. półką osadową o kształcie stożkowym i wypukłym (połączenie kształtów przedstawionych na rysunku 1c i 1f). Dodatkowo dno pochylone było z  $2^\circ$  spadkiem w kierunku otworów spustowych. Separator wyposażony był w dwie dysze do prowadzenia napełniania o średnicy 80 mm umieszczone na wysokości 300 i 760 mm oraz dwa otwory spustowe, o średnicy 80 mm, z których górny umieszczony był na wysokości 175 mm powyżej połączenia pobocznic i dna zbiornika, a dolny znajdował się bezpośrednio w dnie.

Poznanie zjawiska formowania się stożka osadu w laboratoryjnej kadzi wirowej jest przedmiotem badań od wielu lat. W publikacjach przedstawiono badania dotyczące wpływu koncentracji osadu na proces rozdzielania mieszaniny dwufazowej, a także ograniczenia w zastosowaniu tego zbiornika mających znaczenie głównie dla browarnictwa.



**Rys. 3. Szkic konstrukcyjny kadzi wirowej o dennicy zbudowanej ze stożkową półką osadową.**

**Fig. 3. A sketch of a cycloning vat with its bottom equipped with a cone-shaped sediment plate.**

**Źródło:** Jakubowski 2008 [10]

Stwierdzono przede wszystkim, iż możliwe jest klarowanie zawiesin o stężeniu do 1 % zawartości osadu [5, 15]. W innych pracach (Sterczyńska i in. [17]) stwierdzono korzystny wpływ pochylecia zbiornika laboratoryjnej kadzi wirowej (do  $9^\circ$ ), w kierunku przeciwnym do otworów wlotowych, ze względu na przemieszczenie stożka osadu zastępczego. Takie rozwiązanie daje możliwość łatwiejszego usunięcia osadu. Zaproponowano również wykonanie dalszych badań związanych z pochyleciem dna zbiornika.

Na przykładzie nietypowej konstrukcji whirlpoola (rys.3) przeprowadzono analizę etapów (stanów) formowania się stożka osadu zastępczego wewnątrz zbiornika laboratoryjnej kadzi wirowej z tak ukształtowaną dennicą.

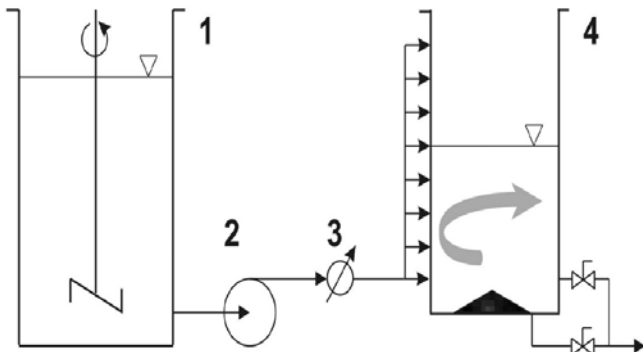
Celem pracy była analiza wpływu modyfikacji kształtu dna zbiornika laboratoryjnej kadzi wirowej i wysokości otworów wlotowych na występowanie i intensyfikację zjawiska powstawania stożka osadu zastępczego. Porównano etapy formowania się stożka w zbiorniku klasycznym i z zbudowaną na dnie stożkową półką osadową.

## METODYKA BADAŃ

Badania eksperymentalne przeprowadzono z wykorzystaniem zbiornika laboratoryjnej kadzi wirowej (rys. 4) o średnicy  $D=640$  mm, maksymalnej wysokości napełnienia  $H=960$  mm. Taka smukłość pozwala osiągnąć pojemność maksymalną napełnienia wynoszącą 3 hl. Zbiornik, wykonano z polimetakrylanu metylu (PMMA) zapewniającego przezroczystość wynoszącą ok. 92%, co pozwala obserwować

i rejestrować etapy powstawania stożka za pomocą kamery usytuowanej przy ścianie zbiornika. Laboratoryjna kadź wirowa wyposażona była w 9 otworów zasilających umiejscowionych stycznie do płaszcza zbiornika. W prezentowanym eksperymencie wykorzystano trzy otwory wlotowe położone najbliżej dna na wysokościach: 160 mm (0,25 D), 224 mm (0,35 D) oraz 320 mm (0,5 D). Podczas prowadzenia badań kadź napełniano mieszaniną wody i cząstek osadu zastępczego. Napełnianie prowadzono do osiągnięcia wysokości słupa cieczy równej 1 ( $H=D$ ). Do wizualizacji etapów formowania się stożka wykorzystano granulaty polistyrenu (PS) zabarwionego na kolor czerwony. Koncentracja cząstek osadu w separowanej mieszaninie została ustalona na poziomie w odniesieniu do objętości podstawowej napełnienia zbiornika. Taki udział frakcji stałej odpowiada zawartości osadu gorącego w brzezce po jej gotowaniu. Osad zastępczy służył jedynie wizualizacji formowania się stożka. Jego gęstość i wielość cząstek nie może zostać jednak bezpośrednio odniesiona do cząstek osadu gorącego. Mieszaninę przygotowano w zbiorniku wyposażonym w mieszadło.

Napełnianie i wirowanie w whirlpoolu rejestrowane było z wykorzystaniem kamery AVCHD HDC-SD9, a obraz efektu końcowego w postaci uformowanego stożka utrwalono cyfrowym aparatem fotograficznym Nikon D80, wyposażonym w obiektyw Nikon Nikkor AF-S 17-35 mm f/2.8D IF-ED. Rejestracja napełniania i ruchu separowanej mieszaniny pozwoliła na zidentyfikowanie czasów występowania stanów charakterystycznych podczas formowania się stożka.



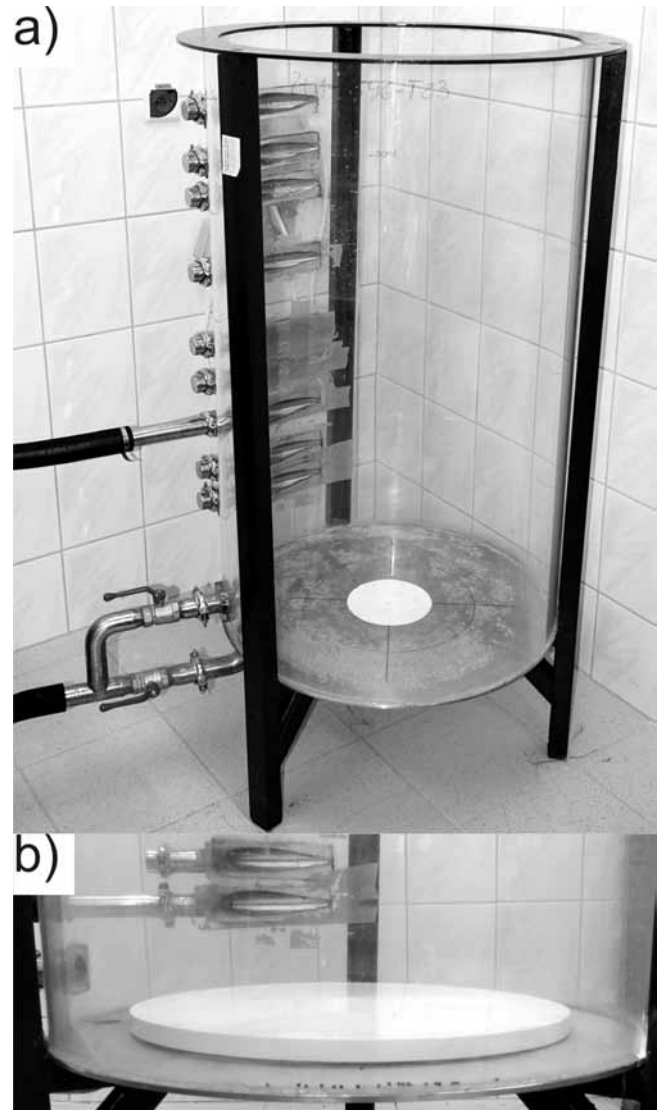
**Rys. 4. Stanowisko badawcze – schemat: 1) zbiornik do preparacji mieszaniny; 2) pompa; 3) przepływomierz PM 390; 4) laboratoryjna kadź wirowa whirlpool.**

**Fig. 4. The workbench – diagram: 1) the tank for the mixture preparation; 2) the pump; 3) PM 390 flowmeter; 4) a laboratory whirlpool cycling vat.**

**Źródło:** Jakubowski i in. [14]

Do przeprowadzenia pomiarów wykorzystano zbiornik posiadający zabudowę dna w postaci cylindrycznej półki wyoblonej ku górze w stożek, posiadającej średnicę 480 mm i wysokość 20 mm umiejscowionej w centralnej części dna zbiornika (rys. 5b). W ten sposób po zabudowaniu dna powstawała rynna osadowa, a dennica przybierała kształt zbliżony do rozwiązania prezentowanego na rysunku 3.

W końcowym etapie doświadczenia, w przypadku każdego z wariantów, porównano wysokości uformowanych stożków osadu zastępczego.



**Rys. 5. Zbiornik laboratoryjnej kadzi wirowej: a) widok ogólny; b) dno z zainstalowaną półką osadową.**

**Fig. 5. The laboratory cycling vat's tank a) an overview; b) the bottom equipped with a sediment plate.**

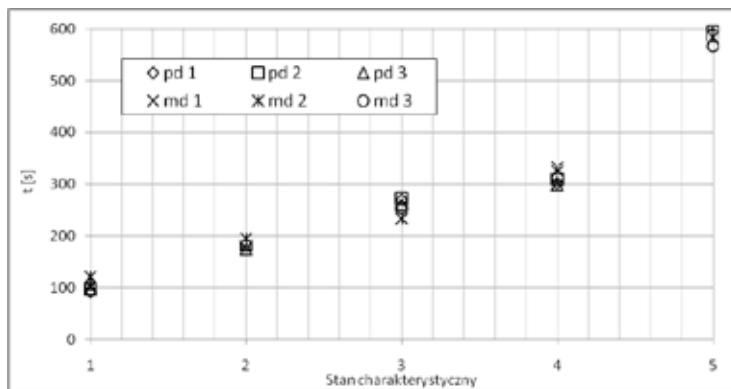
**Źródło:** Opracowanie własne

W dotychczasowych pracach, w których prowadzono wizualizację wirowania i rozdziału osadu zastępczego w zbiorniku laboratoryjnego whirlpoola (Jakubowski i in. [14]) wyodrębniono pięć charakterystycznych etapów formowania się stożka. Wyróżniono między innymi ruch cząstek osadu w przestrzeni zewnętrznej zbiornika, początek formowania się osadu w kształcie torusa, zamknięcie się torusa – początek formowania się stożka osadu, stożek ruchomy osadu oraz całkowicie uformowany stożek osadu – koniec wirowania. W ten sam sposób wykonano analizę dla przepływu i rozdziału w zbiorniku o dennicy w kształcie podstawowym i zmodyfikowanym.

Wykonano po 3 powtórzenia napełniania i rozdziału w kadzi, dla każdej z trzech wysokości napełnienia zbiornika niezabudowanego i o zmodyfikowanym kształcie dennicy. Łącznie wykonano 18 wirowań. Zbiornik separatora napełniany był przez otwory wlotowe o średnicy 50 mm, ze średnią prędkością ok. 1,2 m/s.

## WYNIKI BADAŃ

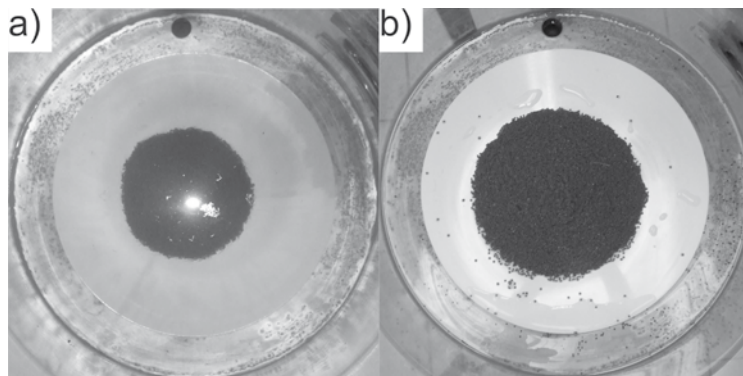
Badania eksperymentalne procesu wirowania modelowej mieszaniny pozwoliły na porównanie czasów występowania charakterystycznych etapów formowania się stożka osadu zastępczego w zbiorniku o klasycznej i zmodyfikowanej dennicy, z uwzględnieniem wpływu wysokości położenia otworów służących do napełnienia zbiornika. Na wykresie (rys. 6) przedstawiono czasy początku występowania poszczególnych stanów (etapów) charakterystycznych podczas wirowania. Wartości przedstawione na rys. 6 stanowią średnią uzyskaną dla 3 powtórzeń każdego z wariantów wirowania mieszaniny. Oznaczono również wysokości umiejscowienia otworów wlotowych od dna zbiornika: 0,25D jako (1), 0,35D jako (2) i 0,5D jako (3). Dane uzyskane dla zbiornika z płaską dennicą oznaczono, jako (pd), a dla zbiornika z dennicą o zmodyfikowanym kształcie, jako (md).



Rys. 6. Czasy występowania charakterystycznych stanów (etapów) podczas formowania się stożka osadu zastępczego w kadzi wirowej klasycznej i zmodyfikowanej (na osi odczytanych: 1 – początek formowania się torusa; 2 – zamknięcie się torusa; 3 – obracający się stożek; 4 – stożek nieruchomy; 5 – całkowite zatrzymanie i uformowanie się stożka).

Fig. 6. The timing of occurrence of the characteristic stages of the substitute sediment cone formation in a classic and modified cycling vat (on the x-axis: 1 - the beginning of torus formation; 2 - closed torus; 3 - the spinning cone; 4 - the cone in a standstill; 5 - full standstill, the cone formation has finished).

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 7. Stożek osadu zastępczego: a) po zakończonym procesie wirowania w zbiorniku z wodą; b) po opróżnieniu zbiornika whirlpoola.

Fig. 7. The substitute sediment cone: a) after spinning in a tank filled with water; b) after emptying the whirlpool tank.

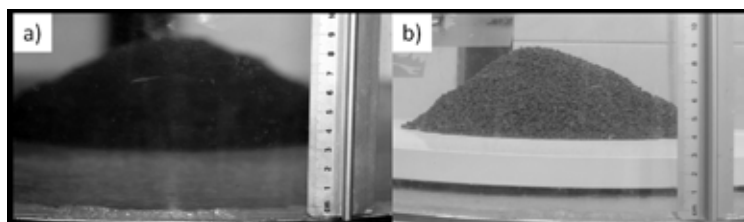
Źródło: Opracowanie własne

Można było przypuszczać, że zabudowanie dna spowoduje zaburzenia ruchu wirowego separowanej mieszaniny. Porównanie czasów pozwala jednak stwierdzić, brak opóźnienia występowania stanów charakterystycznych dla wariantu z zabudowaną dennicą. Taki kształt dennicy nie utrudnia zatem rotacji mieszaniny w zbiorniku, a w przypadku stanu 3 i 4 stwierdzono ich wcześniejsze występowania. Nie wykazano także utrudnień w rotacji mieszaniny wprowadzanej do zbiornika na rozpatrywanych wysokościach. We wszystkich doświadczeniach całkowity czas napełniania i wirowania nie przekroczył 600 s.

Zastosowanie modyfikacji dna w postaci jego zabudowy cylindryczną, stożkową półką osadową może stanowić rozwiązanie, dla którego w znacznym stopniu zredukowane zostanie niebezpieczeństwo samoistnego spływu osadu przez otwór spustowy. W warunkach przemysłowych dzięki takiemu rozwiązaniu można uniknąć wtórnego zanieczyszczenia sklarowanej brzezki gorącym osadem wypływającym z rozmywającego się stożka osadu. Na rysunku 7a przedstawiono fotografię pokazującą stożek osadu zastępczego uformowany w centralnej strefie półki osadowej oraz jego postać po odprowadzeniu sklarowanej cieczy (rys. 7b).

Efekt podwyższenia centralnej części dna zbiornika może być ułatwienie spływu brzezki i poprawienie możliwości osuszania stożka osadu. Skutkuje to także jego umiejscowieniem powyżej poziomu rynny odpływowej. Analizowana konstrukcja dna będzie przedmiotem dalszych prac w zakresie modyfikacji kształtu półki. Dotyczyć one będą przede wszystkim wyprofilowanego (np. sfazowanego) połączenia półki z płaskim dnem separatora. Taki kształt połączenia pobocznic i dna zbiornika został wskazany, jako korzystny podczas analiz symulacyjnych dotyczących przepływu w kadzi wirowej, prowadzonych przez Jakubowskiego [11]. Analizując materiał fotograficzny zarejestrowany po wirowaniu przeprowadzono porównanie wysokości stożków osadu zastępczego uzyskanych dla poszczególnych wariantów kształtu dennicy zbiornika whirlpoola. Stwierdzono występowanie niższych wysokości uformowanych stożków osadu zastępczego w przypadku zastosowanej modyfikacji kształtu dna zbiornika. Różnice te wynosiły nawet do 50% wysokości stożka uzyskanego, jako efekt wirowania w zbiorniku o klasycznym kształcie dna. Jednak pomimo tego faktu stożki osadu zastępczego w każdym wariantcie były zwarte, a ich geometria regularna. Na rysunku 8 przedstawiono przykładowe fotografie uformowanych stożków uzyskanych dla rozdziału osadu gorącego w zbiorniku o klasycznym kształcie dna (rys. 8a) i wyposażonym w cylindryczną, stożkową półkę osadową (rys. 8b).

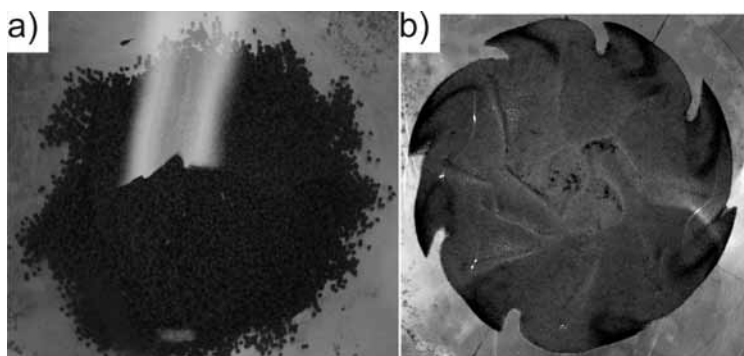
Jako końcowy etap formowania się stożka osadu zastępczego uzyskano chwilowy stan, dla którego możliwe było zaobserwowanie skupisk cząstek przypominających zakrzywione ramiona rozety (rys. 9a). Taki kształt jest charakterystyczny dla spiralnego ruchu cząstek osadu przy dnie poruszających się po tzw. spirali Ekmana (rys. 9a). Efekt ten jest jednak znacznie łatwiejszy do identyfikacji dla osadu o ponad



Rys. 8. Widok z boku na uformowany stożek osadu zastępczego uzyskanego dla whirlpoola: a) o płaskim kształcie dno zbiornika; b) z zainstalowaną półką osadową.

Fig. 8. A side view of the formed substitute sediment cone a whirlpool: a) with a flat bottom; b) with sediment plate.

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 9. Formujący się stożek osadu zastępczego w kształcie róże-ty uzyskany dla: a) polistyrenu; b) piasku kwarcowego.

Fig. 9. The forming, rosace-shaped substitute sediment cone as for: a) polystyrene; b) quartz sand.

Źródło: Jakubowski, Diakun [13]

dwukrotnie większej gęstości w odniesieniu do ośrodka (rys. 9b) – tu np. wody i ziaren kwarcowych piasku [13].

## WNIOSKI

1. Modyfikacja konstrukcji kształtu dna laboratoryjnego whirlpoola nie spowodowała utrudnień w rotacji modelowej mieszaniny i przy formowaniu stożka osadu podczas procesu napełniania i wirowania w zbiorniku. Pozwala to przypuszczać, że zmiana konstrukcji dna kadzi wirowej w warunkach przemysłowych, może ułatwić spływ brzezki i osuszanie stożka osadu.
2. Prowadzenie napełniania badanego zbiornika przez otwory wlotowe rozmieszczone na różnych wysokościach nie spowodowało istotnych różnic w wartościach czasów uzyskanych dla poszczególnych etapów (stanów) charakterystycznych podczas formowania się stożka osadu w kadzi wirowej. W związku z tym przypuszcza się, że możliwe będzie zastosowanie dwóch otworów wlotowych do napełniania zbiornika.
3. Uzyskane wyniki wskazują potrzebę prowadzenia dalszych prac w zakresie zastosowania półki osadowej ze szczególnym uwzględnieniem modyfikacji jej średnicy, kształtu i wysokości.

## LITERATURA

[1] **BAMFORTH C. W. 2006.** *Brewing. New Technology.* Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 225-226.

[2] **BRIGGS D.E., BOULTON C.A. 2004.** Brookes P.A., Stevens R., *Brewing – Science and practice*, CRC Press, BocaRaton Boston New York Washington, DC.

[3] **DENK V. 1998.** *The Whirlpool State-of-the-art 1997.* Brauwelt International, 1, 31-43.

[4] **DIAKUN J., JAKUBOWSKI M. 2009.** *Analiza funkcjonalna konstrukcji kadzi wirowo-osadowych whirlpool.* Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 48(1), 22-23.

[5] **DIAKUN J., KOWALCZYK W. 2001.** *Ograniczenia w zastosowaniu kadzi wirowej do klarowania cieczy,* Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2, 24-27.

[6] **DÜRHOFT A. 1988.** *Experimentelle Untersuchung der instationären Drehströmung im Absetzbehälter „Whirlpool”.* Fortschritt-Berichte VDI Reihe 14, nr 38. VDI-Verlag, Düsseldorf.

[7] **EINSTEIN A. 1926.** *Die Ursache der Mäanderbildung der Flußläufe und des sogenannten Baer’schen Gesetzes.* Naturwissenschaft 14, 2, 223-224.

[8] **EBLINGER H. M. 2009.** *Handbook of Brewing. Processes, Technology, Markets,* WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

[9] **GEA-Huppmann. 2007.** Materiały wewnętrzne firmy.

[10] **JAKUBOWSKI M. 2008.** *Wpływ wybranych parametrów konstrukcyjnych na proces zawirowań powstających w kadzi wirowo-osadowej podczas klarowania zawiesin.* Praca doktorska, Politechnika Koszalińska, Koszalin.

[11] **JAKUBOWSKI M. 2010.** *Analiza symulacyjna występowania przepływu namywającego w geometrycznie specyficznych konstrukcjach kadzi wirowej.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 19-22.

[12] **JAKUBOWSKI M., DIAKUN J. 2007.** *Simulation investigations of the effect Whirlpool dimensional ratios on the state of secondary whirls.* Journal of Food Engineering, 83(1), 106-110.

[13] **JAKUBOWSKI M., DIAKUN J. 2009.** *Ruch płynu w kadzi wirowej Whirlpool.* Inżynieria Rolnicza, 2(111), 57-65.

[14] **JAKUBOWSKI M., STERCZYŃSKA M., POREDA A. 2013.** *Etapy formowania się stożka osadu w zbiorniku testowym kadzi wirowej Whirlpool.* Inżynieria Rolnicza, 1 (141), 83-92.

[15] **KOWALCZYK W., DIAKUN J. 2000.** *Wpływ koncentracji zawiesiny na proces rozdzielania w kadzi wirowo-osadowej.* Zeszyty naukowe Politechniki Opolskiej, Mechanika nr. 256/2000 z. 61, 181-188.

[16] **KUNZE W. 2010.** *Technology Brewing and Malting.* VLB Berlin.

[17] **STERCZYŃSKA M., JAKUBOWSKI M., WIŚNIEWSKI A., POREDA A. 2013.** *Influence of a whirlpool tilt angles on the placement of a substitute sediment cone.* Inżynieria Rolnicza 4(148), T.2, 151-157.

Dr inż. Joanna PIEPIÓRKA-STEPUK

Prof. dr hab. inż. Jarosław DIAKUN

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydział Mechaniczny  
Politechnika Koszalińska

## ENERGETYCZNE ASPEKTY PROCESU I SKUTECZNOŚCI MYCIA PŁYTOWEGO WYMIENNIKA CIEPŁA®

### Electrical energy aspects and cleanliness in the cleaning process in CIP system a plate heat exchanger®

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010 – 2011,  
jako projekt badawczy Nr N N313 136838*

**Słowa kluczowe:** mycie, CIP, skuteczność mycia, zużycie energii.

*W pracy zaprezentowanej w artykule podjęto próbę określenia zależności pomiędzy skutecznością mycia płyt płytowego wymiennika ciepła a ilością energii elektrycznej potrzebną do przeprowadzenia procesu. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci graficznej wyznaczając korzystne i niekorzystne warunki mycia w aspekcie energetycznym.*

**Key words:** cleaning, CIP, efficiency of cleaning, energy consumed.

*The paper attempts to define the relationship between the degree of cleaning plates the heat exchanger and the amount of energy needed to carry out the process. The results in graphical form, determining positive and negative conditions for cleaning in the aspect of energy consumed was shown at the figures.*

## WPROWADZENIE

Wzrost efektywności energetycznej jest jednym z zadań zakładów przemysłu spożywczego. Podejmowane działania są nieodzownym elementem doskonalenia produkcji, zmierzającym do uzyskania ekonomicznych korzyści [13, 16]. Pawełas [8, 9] podkreśla, że działania te powinny być rozpatrywane w trzech obszarach, uwzględnionych już w fazie projektowania zakładu, m.in. dotyczą one całości zakładu w tym instalacji i układów technologicznych z uwzględnieniem sezonowości ich pracy, następnie instalacji energetycznych i warunków dostaw energii oraz urządzeń i ich zapotrzebowania na energię [19]. Istnieją specyficzne uwarunkowania energochłonności produkcji zakładów przemysłu spożywczego wynikające z technologii produkcji. Realizowane operacje technologiczne związane z wymianą ciepła stanowią ok. 45% całkowitego zużycia energii w zakładach produkcyjnych, z czego 29% energii potrzebnej jest na pokrycie zapotrzebowania na procesy związane z ogrzewaniem, zaś 16% na procesy związane z chłodzeniem. W ujęciu branżowym sytuacja ta może kształtować się w odmienny sposób, m.in. w zakładach owocowo-warzywnych udział chłodnictwa może sięgać nawet 50%, podczas gdy w piekarnictwie jest nieznaczny [16, 17]. Zużycie energii elektrycznej w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego zależy od wielu czynników, spośród których podstawowymi są: właściwości termofizyczne surowców, wymagania stawiane produktowi, technologia produkcji, wielkość i struktura produkcji, wyposażenie techniczne, stopień zmechanizowania operacji produkcyjnych, stopień wykorzystania zdolności przerobowej oraz organizacja produkcji. Zagadnienia te oraz wskaźniki efektywności energetycznej dla zakładów wybranych branż przetwórstwa rolno-spożywczego

szeroko omówili Wojdalski i Drózd [16]. Procesy mycia i dezynfekcji maszyn i urządzeń produkcyjnych, są procesami energochłonnymi i dla przemysłu spożywczego średnio stanowią, aż 13,5% całości zapotrzebowania energetycznego [1, 7]. Zużycie to wynika głównie z warunków eksploatacji stacji mycia CIP w zakładach, konieczności podgrzewania mediów myjących w tankach magazynowych oraz ich utrzymaniem w określonej temperaturze przez czas wykorzystywania. Podwyższona temperatura roztworów myjących jest niezbędna w procesach mycia gdyż wspomaga usuwanie zanieczyszczeń. Ułatwia m.in. rozpuszczenie osadów poprodukcyjnych, obniża napięcie powierzchniowe i umożliwia penetrację osadów. Wysokość temperatury powinna być dostosowana do rodzaju usuwanych z powierzchni osadów, materiałów konstrukcyjnych, z których wykonane są myte urządzenia oraz do stosowanych substancji aktywnych zawartych w środkach myjących [4, 13, 15]. Wojdalski i in. [18] wykazali, że zarówno kamień mleczny jak i kotłowy, powstający w wyniku podgrzewania mleka i odpowiednio wody, prowadzą do zmniejszenia strumienia ciepła i obniżenia efektywności wymiennika. Istotne jest zatem zapobieganie ich powstawaniu przez odpowiedni dobór warunków mycia w przepływie. Najczęściej mycie zasadnicze odbywa się w temperaturze 95°C. Określenie zależności pomiędzy skutecznością mycia w przepływie instalacji produkcyjnych a energochłonnością tego procesu może wpłynąć na poszerzenie wiedzy dotyczącej oszczędności energii przy zachowaniu wymaganych standardów mycia. Rozwiązanie zadania umożliwiłoby minimalizację jednostkowych kosztów produkcji związanych ze zużyciem przez zakłady przemysłu spożywczego energii elektrycznej. Problem ten należy jednak rozpatrywać dla każdego urządzenia i powstającego na nim osadu indywidualnie [7, 18]. Usuwaniu zanieczyszczeń z powierzchni wymienników



ciepła poświęcone są także prace: Changani i in. [2], Kukulka i Devgun [3], Nema i Datta [5, 6], Rosmaninho i in. [11], Sahoo i in. [12] oraz Tomaszewska i Białończyk [14].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących zależności pomiędzy skutecznością mycia płytowego wymiennika ciepła zanieczyszczonego pełnym mlekiem a ilością energii potrzebną do przeprowadzenia procesu mycia w obiegu zamkniętym.

## MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Badania przeprowadzono stosując laboratoryjną instalację mycia w systemie CIP, która składała się z dwóch zbiorników o pojemności 0,3 m<sup>3</sup>, pompy, systemu rur i zaworów (rys. 1).

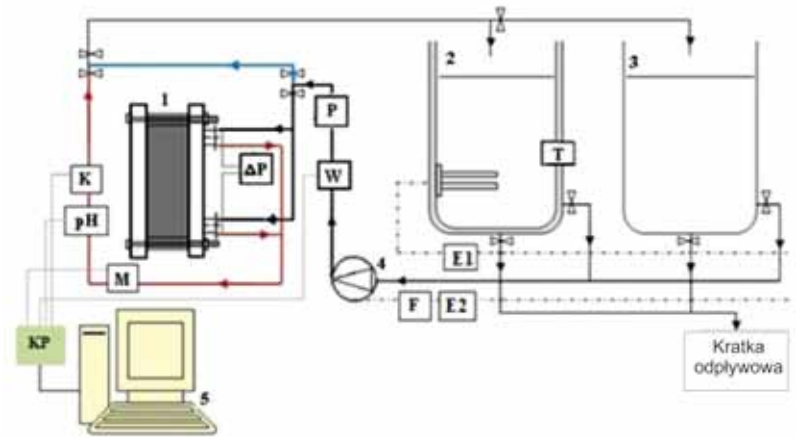
Jeden ze zbiorników magazynujących roztwory (2) posiadał wbudowaną grzałkę o mocy 3 kW i izolację cieplną, co umożliwiło przygotowanie roztworów myjących o określonej temperaturze oraz ograniczało straty ciepła do otoczenia. Zasilanie grzałki następowało przez termostatyczny układ regulacji, umożliwiający nagrzanie i stabilizację temperatury cieczy w zbiorniku. Drugi zbiornik zawierał wodę zwrotną (3). Stacja wyposażona była w trzy tory pomiarowe, mierzące:

- parametry cieczy myjącej – temperatura ( $T$ ), mętność ( $M$ ), przewodność ( $K$ ) i pH ( $pH$ );
- wielkości charakteryzujące przepływ – prędkość przepływu ( $W$ ), ciśnienie ( $P$ ), różnicę ciśnień ( $\Delta P$ );
- parametry zasilania energetycznego – energia potrzebna do podgrzania cieczy myjącej ( $E_1$  – miernik PM 390 firmy Elektro-Trading) i energia do zasilania pompy ( $E_2$  – trójfazowy licznik energii elektrycznej C-52 firmy Inventor).

Wszystkie dane procesowe były zbierane za pomocą karty pomiarowej (KP) i rejestrowane w stacji komputerowej (5). Na potrzeby niniejszego opracowania proces mycia monitorowano pod kątem uzyskiwanej czystości płyt  $J_M$  oraz całkowitego zużycia energii  $E_C$  (wzór 1) na które składały się:  $E_{Gi}$  – energia elektryczna potrzebna na podgrzanie i utrzymanie temperatury czynników myjących oraz  $E_{Pi}$  – energia do napędu pompy. Suma pomierzonych składowych stanowiła całkowitą energochłonność procesu mycia płytowego wymiennika ciepła (1), którą poddano analizie.

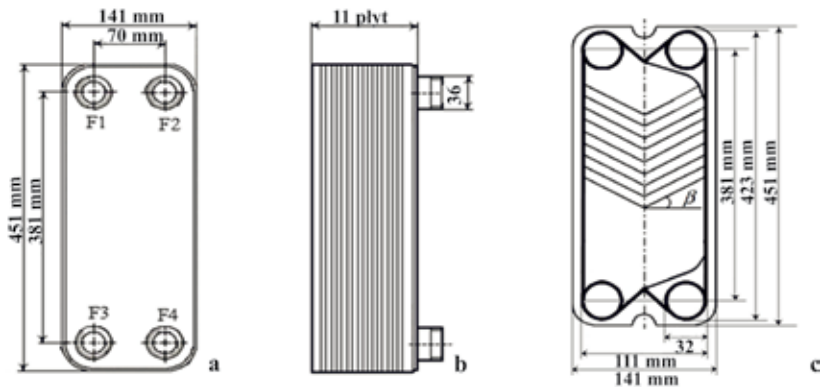
$$E_C = E_{Gi} + E_{Pi} \text{ [kW} \cdot \text{h]} \quad (1)$$

Do instalacji mycia podłączono płytowy wymiennik ciepła typu S4 IT PN 10 (1) firmy Sonden, którego dane techniczne zaprezentowano



Rys. 1. Schemat laboratoryjnej stacji mycia CIP.  
Fig. 1. Scheme of the laboratory station CIP cleaning.

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 2. Schemat płytowego wymiennika ciepła: a – płyta czołowa z czterema przyłączami, b – pakiet płyt, c – pojedyncza płyta.

Fig. 2. Scheme of a plate heat exchanger: a – front panel with four terminals, b – a package of plates, c – a single plate.

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 1. Wielkości charakterystyczne badanego, modelowego płytowego wymiennika ciepła

Table 1. Capacity characteristic of the studies plate heat exchanger

Charakterystyczna wielkość dla płytowego wymiennika ciepła	Wartość
Długość efektywna płyty $L_w$ [m]	0,381
Szerokość efektywna płyty $L_s$ [m]	0,11
Pole powierzchni czynnej pojedynczej płyty $A$ [m <sup>2</sup> ]	0,042
Całkowita powierzchnia wymiany ciepła $A_c$ [m <sup>2</sup> ]	0,46
Największa odległość między płytami $b$ [m]	0,009
Średnia odległość między płytami $c=(b/2)$ [m]	0,0045
Pole powierzchni poprzecznego strumienia cieczy $P_{str} = cL_s$ [m <sup>2</sup> ]	0,0005
Całkowity obwód zwilżony $Ob_c = 2c + 2L_s$ [m]	0,23
Liczba płyt w wymienniku $N_p$ [szt.]	11
Liczba kanałów przepływowych po obu stronach w płytowym wymienniku ciepła $N_c = (N_p - 1) / 2$ [szt.]	5
Odległość pomiędzy płytami wymiennika przyjęty do obliczeń liczby $Re$ $d_c$ [m]	0,009

Źródło: Badania własne

w tabeli 1. Wymiennik realizował przepływ w przeciwnym kierunku i zbudowany był z płyt typu *straight flow* (rys. 2).

Proces mycia prowadzono czystą wodą przeznaczoną do picia, co odpowiadało wstępnemu płukaniu instalacji. Plan badań obejmował przeprowadzenie procesu z uwzględnieniem czynników mycia, których przedziały zmienności mieściły się w zakresie:

- czas mycia  $t = 10 \div 120$  [min],
- średnia prędkość przepływu między płytami wymiennika ciepła  $u_c = 0,35 \div 0,75$  [m·s<sup>-1</sup>],
- temperatura cieczy myjącej  $T = 10 \div 80$  [°C].

Program badań opracowano wg planu statystycznego 5-poziomowego  $2^3+2 \times 3+6$ , na podstawie którego uzyskano macierz eksperymentu zaprezentowaną w tabeli 2.

Pojedynczy cykl pomiarowy obejmował testowe zanieczyszczanie płyt mlekiem i ich wygrzewanie, montaż wymiennika ciepła, mycie w przepływie, demontaż oraz ocenę stopnia umycia płyt, której dokonywano testami wymazowymi *Clean-Trace™ Surface Protein Plus*, standardowo stosowanymi w zakładach produkcyjnych. Polegały one na przetarciu wyznaczonego obszaru powierzchni płyt jałową tzw. wymazówką. W wyniku barwnej reakcji Cu<sup>2+</sup> i kompleksów białkowych uzyskiwano informacje o poziomie pozostałości zanieczyszczeń białkowych. Stężenie powstającego kompleksu barwnego jest proporcjonalne do liczby wiązań peptydowych zawartych w badanym roztworze [10]. Ocenę prowadzono w skali od 0 do 10 pkt, gdzie 0 pkt oznaczało pierwotny stan zabrudzenia a 10 pkt powierzchnię całkowicie czystą. Ocenie poddawano wszystkie płyty w wymienniku, w pięciu jednakowych obszarach: O1 – napływ, O2 – obszar obok napływu, O3 – środek, O4 – odpływ oraz O5 – obszar obok odpływu. Każdy z badanych obszarów wynosił 5,0 cm na 5,0 cm. Na podstawie uzyskanych wyników testowych obliczono ogólną średnią czystość płyt wymiennika ciepła ( $J_M$ ), zgodnie z równaniem (2).

$$J_M = \frac{\sum (J_{MOi})}{m} \text{ [pkt.]} \quad (2)$$

w którym:  $J_{MOi}$  – czystość poszczególnych obszarów na kolejnych płytach wymiennika ciepła;

$m$  – liczebność próbek (iloczyn ilości badanych obszarów na pojedynczej płycie i ilości płyt poddawanych ocenie):  
 $m = 25$ .

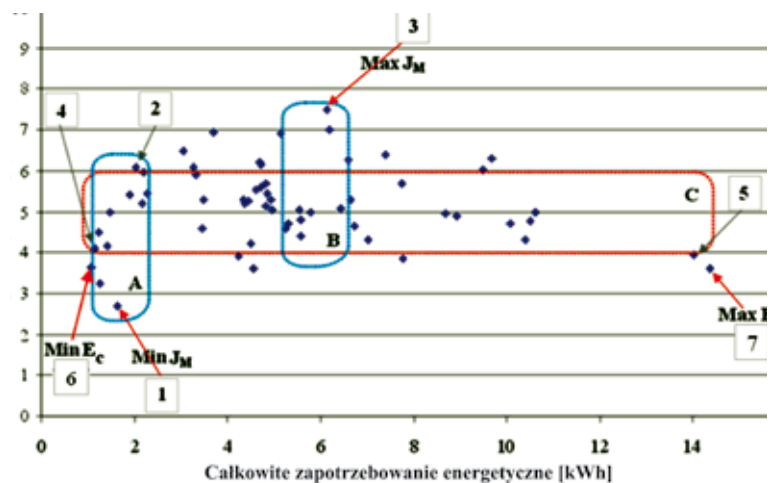
Badania prowadzono w trzech powtórzeniach dla każdego zestawu wartości czynników (tab. 2), zgodnie z zaprezentowanym harmonogramem badań stanowiącym część projektu badawczego. Uzyskane wyniki zestawiono na rysunkach 3 i 4, w postaci pól punktów, o współrzędnych  $x, y$ . Stopień umycia opisano na osi rzędnych, natomiast całkowite zapotrzebowanie energetyczne na osi odciętych oraz w tabeli 3.

Tabela 2. Programy mycia stosowane w badaniach

Table 2. Washing programs used in the research

Poziom planu	Zmienne rzeczywiste procesu mycia		
	Czas t [min]	Temperatura T [°C]	Prędkość przepływu cieczy V [m/s]
1	32	24	0,45
2	98	24	0,45
3	32	66	0,45
4	98	66	0,45
5	32	24	0,65
6	98	24	0,65
7	32	66	0,65
8	98	66	0,65
9	120	45	0,55
10	10	45	0,55
11	65	80	0,55
12	65	10	0,55
13	65	45	0,75
14	65	45	0,35
15	65	45	0,55
16	65	45	0,55
17	65	45	0,55
18	65	45	0,55
19	65	45	0,55
20	65	45	0,55

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Uwarunkowania usunięcia zanieczyszczeń z płyt wymiennika ciepła w zależności od energochłonności procesu.

Fig. 3. Determination of remove the contaminants from plate heat exchanger depending on of energy requirement of the process.

Źródło: Opracowanie własne

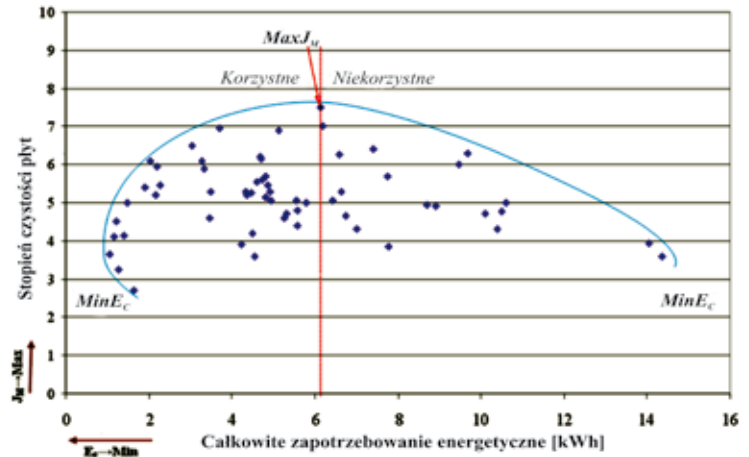
## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Na rysunku 3 przedstawiono zależności stopnia umycia płyt wymiennika ciepła od całkowitego zapotrzebowania procesu na energię elektryczną.

Na rysunku 3 wyróżniono trzy obszary uzyskanych wyników badań. Dla stałych wartości zapotrzebowania energetycznego uzyskano różny stopień czystości płyt – zbioru wyników w obszarach A i B. Obszar C obejmuje wyniki pomiarów, w których dla różnych wartości zapotrzebowania

energetycznego energii uzyskano zbliżony stopień czystości płyt. Zaznaczono również wyniki, dla których uzyskano maksymalne oraz minimalne wartości, zarówno dla stopnia umycia, jak i dla całkowitego zapotrzebowania energetycznego energii. W obszarze A, w którym średnie zapotrzebowanie na energię wynosi  $E_c \approx 2 \text{ kW}\cdot\text{h}$  wyróżniono dwa punkty. Punkt 1, określa najgorszą skuteczność mycia ( $MinJ_M = 2,70$ ) oraz punkt 6, w którym uzyskano najmniejsze zapotrzebowanie energetyczne energii dla wszystkich analizowanych wyników ( $MinE_c = 1,06 \text{ kW}\cdot\text{h}$ ). W obu punktach zastosowano różne wartości badanych zmiennych procesowych, które w punkcie 1 odpowiadały wartościom:  $t = 32 \text{ min}$ ,  $T = 24^\circ\text{C}$  oraz  $u_c = 0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , natomiast w punkcie 6:  $t = 65 \text{ min}$ ,  $T = 10^\circ\text{C}$  oraz  $u_c = 0,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . W analizowanym obszarze wyznaczono również punkt 2 (rys. 3.), w którym uzyskano najlepszą skuteczność mycia, na poziomie  $J_M = 6,08$  (program mycia o parametrach  $t = 32 \text{ min}$ ,  $T = 24^\circ\text{C}$  oraz  $u_c = 0,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). W punkcie tym uzyskano stosunkowo dobrą skuteczność mycia przy niewielkim wzroście zapotrzebowania energetycznego w stosunku do punktu 1, z wartości  $E_{c1} = 1,63 \text{ kW}\cdot\text{h}$  do  $E_{c2} = 2,03 \text{ kW}\cdot\text{h}$ . Było to spowodowane zwiększeniem prędkości przepływu czynnika myjącego w przestrzeni między płytami wymiennika ciepła, z wartości  $u_c = 0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  do wartości  $u_c = 0,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Wzmożenie mechanicznych oddziaływań w procesie mycia kosztem niewielkiego wzrostu zużycia energii elektrycznej poprawia więc znacząco końcowy stopień umycia instalacji. W obszarze B (rys. 3) zamieszczono wyniki badań, dla których energochłonność procesu  $E_c$  mieści się w zakresie  $5 \div 7 \text{ kW}\cdot\text{h}$ . W obszarze tym znajduje się punkt, oznaczony numerem 3. Spośród wszystkich przeprowadzonych pomiarów, uzyskano dla niego najlepszą jakość mycia, wynoszącą  $MaxJ_M = 7,5$ . Wartości czynników zmiennych procesowych dla tego programu mycia wynosiły:  $t = 65 \text{ min}$ ,  $T = 45^\circ\text{C}$  oraz  $u_c = 0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Dobra jakość mycia, jaką uzyskano stosując parametry określone w tym punkcie, spowodowana była dużą prędkością przepływu cieczy myjącej wynoszącą  $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  oraz korzystną dla tego rodzaju zanieczyszczeń temperaturą mycia wynoszącą  $45^\circ\text{C}$ . Uzyskane zapotrzebowanie na energię dla punktu 3 ( $E_c = 6,14 \text{ kW}\cdot\text{h}$ ) wynika z konieczności podgrzania cieczy myjącej do zadanej temperatury i jej utrzymaniu przez czas 65 minut.

W obszarze C (rys. 3) znajdują się wyniki pomiarów, w których uzyskano zbliżony stopień umycia, na poziomie  $4 \div 6$  punktów czystości dla różnych wartości całkowitego zapotrzebowania energetycznego. W obszarze tym wyszczególniono dwa punkty. Punkt 4, o najmniejszym zapotrzebowaniu energetycznym  $E_{c4} = 1,16 \text{ kW}\cdot\text{h}$ .



Rys. 4. Optymalizacja zależności stopnia umycia płyt wymiennika ciepła od zapotrzebowania procesu na energię.

Fig. 4. Optimization depending degree of cleaning plate heat exchanger by the energy requirement of the process.

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3. Wyniki eksperymentu

Table 3. Results of tests

Program mycia	Zmienne rzeczywiste			Całkowita energochłonność procesu mycia				Ogólna średnia czystość płyt wymiennika ciepła			
	t	T	V	$E_c$				$J_M$			
	[min]	[°C]	[m/s]	$E_{c1}$	$E_{c2}$	$E_{c3}$	$E_{c4}$	$J_{M1}$	$J_{M2}$	$J_{M3}$	$J_{M4}$
					[kW·h]				[pkt.]		
1	32	24	0,45	1,63	1,27	1,41	1,40	2,70 <i>MinJ<sub>M</sub></i>	3,25	4,15	3,60
2	98	24	0,45	2,16	2,28	2,19	2,20	5,20	5,45	5,96	5,67
3	32	66	0,45	7,78	7,01	6,74	7,20	3,85	4,30	4,66	4,49
4	98	66	0,45	14,03	10,39	10,09	11,5	3,95	4,30	4,72	4,51
5	32	24	0,65	1,48	1,90	2,03	1,80	5,00	5,40	6,08	5,83
6	98	24	0,65	3,33	3,05	3,70	3,40	5,90	6,49	6,95	6,68
7	32	66	0,65	6,42	6,64	7,40	6,80	5,07	5,30	6,40	5,81
8	98	66	0,65	8,92	9,48	9,68	9,40	4,90	6,02	6,30	6,04
9	120	45	0,55	8,69	7,74	6,58	7,70	4,95	5,70	6,26	5,82
10	10	45	0,55	3,47	3,48	3,28	3,40	4,60	5,30	6,10	5,53
11	65	80	0,55	14,36 <i>MaxE<sub>c</sub></i>	10,50	10,60	11,8	3,60	4,78	5,00	4,66
12	65	10	0,55	1,06 <i>MinE<sub>c</sub></i>	1,16	1,22	1,10	3,65	4,10	4,51	4,30
13	65	45	0,75	5,14	6,18	6,14	5,80	6,90	7,02	7,50 <i>MaxJ<sub>M</sub></i>	7,24
14	65	45	0,35	4,56	4,23	4,49	4,40	3,6	3,9	4,21	4,30
15	65	45	0,55	5,25	4,82	4,92	5,00	4,6	5,15	5,30	5,35
16	65	45	0,55	5,56	4,35	4,73	4,90	5,06	5,3	5,60	5,54
17	65	45	0,55	5,57	4,36	4,61	4,80	4,8	5,2	5,55	5,45
18	65	45	0,55	5,78	4,46	4,82	5,00	5,00	5,25	5,70	5,58
19	65	45	0,55	5,31	4,95	4,72	5,00	4,70	5,05	6,15	5,40
20	65	45	0,55	5,58	4,86	4,69	5,00	4,40	5,45	6,20	5,62

Źródło: Badania własne

Wartości czynników procesu mycia dla tego punktu wynoszą  $t = 65 \text{ min}$ ,  $T = 10^\circ\text{C}$  oraz  $u_c = 0,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , oraz punkt 5, w którym zapotrzebowanie energetyczne jest bardzo duże  $E_{c5} = 14,36 \text{ kW}\cdot\text{h}$ . Wartości czynników procesu dla punktu 5 odpowiadały  $t = 65 \text{ min}$ ,  $T = 80^\circ\text{C}$  oraz  $u_c = 0,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Niewielkie

zapotrzebowanie energetyczne na energię w punkcie 4 związane jest z brakiem konieczności podgrzewania cieczy myjącej, jednak stopień umycia powierzchni płyt w tym punkcie nie jest zadawalający, gdyż wynosi zaledwie  $J_M = 4,1$ . W punkcie 5 zapotrzebowanie energetyczne wynika z konieczności podgrzania cieczy myjącej do temperatury  $T = 80^\circ\text{C}$  oraz utrzymania jej przez czas 65 minut, jednak również nie poprawia to stopnia czystości płyt, który oceniono na poziomie  $J_M = 4$ . Poniżej obszaru C, znajduje się punkt, który oznaczono jako  $MaxE_c$ . Punkt ten odpowiada programowi mycia o parametrach przedstawionych powyżej (punkt 5) i jest jednym z powtórzeń.

Na rysunku 4, przedstawiono wyniki wyrażające zależność stopnia umycia płyt wymiennika ciepła od energochłonności procesu, obrysowane obwiednią, która stanowi ograniczenie obszaru badanej zależności.

Spośród analizowanych wyników wydzielono obszary: korzystny i niekorzystny. W obszarze korzystnym znajduje się zbiór punktów dotyczących programów mycia, dla których zwiększając zużycie energii elektrycznej uzyskuje się lepszą skuteczność procesu mycia. W obszarze niekorzystnym zwiększanie nakładu energetycznego nie podnosi efektywności mycia. Zużycie energii w procesie mycia związane jest głównie z podgrzewaniem stosowanej cieczy do mycia oraz jej utrzymaniem na określonym poziomie temperatury. Z uzyskanych wyników badań wynika, że nie zawsze jest to zasadne. Ponieważ prowadzone badania dotyczyły wyłącznie mycia czystą wodą to problem ten należy również rozpatrzyć dla mycia z wykorzystaniem chemicznych roztworów myjących, na co zwracają uwagę również inni badacze [3, 18].

## PODSUMOWANIE

Na podstawie rozkładu punktów wykazano korzystne i niekorzystne warunki mycia. Zakreślono polioptymalny obszar, w którym występowała maksymalizacja jakości mycia i minimalizacja zapotrzebowania energetycznego związanego z przeprowadzeniem tego procesu. Wykonane analizy, dotyczące jakości mycia płyt wymiennika ciepła, w zależności od zapotrzebowania energetycznego w postaci zarysu optymalnego pola, są rozwiązaniem intuicyjnym. Zasadne jest więc przeprowadzenie wielokryterialnej optymalizacji w sposób obliczeniowy. W zadaniu optymalizacyjnym, funkcję regresji jakości mycia oraz funkcję całkowitego zapotrzebowania energetycznego można traktować, jako funkcje kryterialne optymalizacji – poszukiwanie najlepszych warunków mycia w aspekcie minimalizacji zapotrzebowania energetycznego oraz maksymalizacji jakości mycia. Jako zmienne decyzyjne optymalizacji należałoby przyjąć temperaturę ( $T$ ), prędkość przepływu cieczy myjącej przez płyty wymiennik ciepła ( $u_c$ ) oraz czas procesu mycia ( $t$ ). Rozwiązanie zadania wielokryterialnej polioptymalizacji umożliwiłoby określenie zbioru korzystnych czynników procesu mycia. Należy prowadzić dalsze badania w tym zakresie poszerzając je również o chemiczne aspekty procesu mycia.

## WNIOSKI

Na podstawie badań, stwierdzono, że płukanie wstępne gorącą wodą, płytowych wymienników ciepła zanieczyszczonych mlekiem, jest niezasadne, gdyż nie wpływa na poprawę

wę efektu mycia. Najlepsze wyniki na tym etapie uzyskuje się dla temperatury  $T = 45^\circ\text{C}$  przy dużych prędkościach przepływu. Zastosowanie odpowiednich warunków procesu pozwala zminimalizować koszty związane ze zużyciem energii oraz poprawić końcowy efekt mycia.

Najmniejsze zapotrzebowanie na energię związane jest z wymuszeniem przepływu o określonej prędkości. Wraz ze wzrostem prędkości następuje poprawa jakości mycia, co wykazano w badaniach. W aspekcie ekologicznym oraz bezpieczeństwa mikrobiologicznego produkowanej żywności, wskazane jest stosowanie możliwie wysokich prędkości przepływu mediów myjących, kosztem temperatury i długiego czasu mycia.

Przeprowadzone badania potwierdzają, że mycie w przepływie w systemie CIP, jest procesem energochłonnym. Uzyskanie czystości powierzchni płyt na poziomie  $J_M = 7,5$  wymagało dostarczenia energii elektrycznej o wartości  $E_{csr} = 5,80$  kWh. Związane jest to głównie z podgrzewaniem mediów myjących do temperatury  $T = 45^\circ\text{C}$  i jej utrzymaniem przez 65 minut.

## LITERATURA

- [1] BREF – Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich ograniczanie. Dokument referencyjny na temat najlepszych dostępnych technik w przemyśle spożywczym, dostęp 2014. [http://ippc.mos.gov.pl/ippc/custom/BREF\\_spozy%281%29.pdf](http://ippc.mos.gov.pl/ippc/custom/BREF_spozy%281%29.pdf)
- [2] CHANGANI S. D., BELMAR-BEINY M. T., FRYER P. J. 1997. *Engineering and chemical factors associated with fouling and cleaning in milk processing*. Experimental Thermal and Fluid Science 14: 392-406.
- [3] KUKULKA D. J., DEVGUN M. 2007. *Fluid temperature and velocity effect on fouling*. Applied Thermal Engineering 27, 2732-2744.
- [4] LELIEVELD H.L.M., MOSTERT M.A., HOLAH J., WHITE B. 2010. *Hygiene in food processing*, Woodhead publishing limited, England, 197-230.
- [5] NEMA P. K., DATTA A. K. 2005. *A computer based solution to check the drop in milk outlet temperature due to fouling in a tubular heat exchanger*. Journal of Food Engineering 71, 133-142.
- [6] NEMA P. K., DATTA A. K. 2006. *Improved milk fouling simulation in a helical triple tube heat exchanger*. International Journal of Heat and Mass Transfer 49: 3360-3370.
- [7] NERYNG A., WOJDALSKI J., BUDNY J., KRASOWSKI E. 1990. *Energia i woda w przemyśle rolno-spożywczym*. WNT, Warszawa, 103-106, 189-194.
- [8] PAWEŁAS A. 2010. *Efektywność energetyczna w przemyśle spożywczym na przykładzie browarów Carlsberg Polska*. Prezentacja na Konferencji Naukowo-Technicznej, Efektywność energetyczna. Gospodarka mediami w przemyśle spożywczym, 17-18 maja 2010, Zakopane.
- [9] PAWEŁAS A. 2010. *Efektywność energetyczna na przykładzie browaru, Agro Przemysł 3-4*: 44-47; [http://e-bmp.pl/File/bmp\\_4bfe701af31b9.pdf](http://e-bmp.pl/File/bmp_4bfe701af31b9.pdf)

- [10] **PIEPIÓRKA-STEPUK J. 2012.** *Porównanie metod oceny stopnia umycia powierzchni produkcyjnych w systemie CIP.* Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego 2/4(2), 23-26.
- [11] **ROSMANINHO R., SANTOS O., NYLANDER T., PAULSSON M., BEUFM., BENEZECHT., YIANTSIOS S., ANDRITSOS N., KARABELAS A., RIZZO G., MÜLLER-STEINHAGEN H., MELO L. F. 2007.** *Modified stainless steel surfaces targeted to reduce fouling – Evaluation of fouling by milk components.* Journal of Food Engineering 80, 1176-1187.
- [12] **SAHOO P. K., ANSARI I. A., DATTA A. K. 2005.** *Milk fouling simulation in helical triple tube heat exchanger.* Journal of Food Engineering 69, 235-244.
- [13] **TAMIME A. 2008.** *Cleaning in Place Dairy, Food and Beverage Operations,* Blackwell Publishing Ltd., 156-180.
- [14] **TOMASZEWSKA M., BIAŁOŃCZYK L. 2012.** *The chemical cleaning of ceramic membrane used in UF.* Polish Journal of Chemical Technology 14(3), 105-109.
- [15] **WILSON D. I. 2003.** *Challenges in Cleaning: Recent Developments and Future Prospects,* Heat Exchanger Fouling and Cleaning: Fundamentals and Applications 21, 148-157.
- [16] **WOJDALSKI J., DRÓŹDŹ B. 2012.** *Energy efficiency of food processing plants. Key issues and definitions.* Polish Journal of Food Engineering, 3/4(3): 37-49.
- [17] **WOJDALSKI J., DRÓŹDŹ B., LUBACH M. 2007.** *Factors influencing energy consumption in fruit and vegetable processing plants.* TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN, 7, 277-285.
- [18] **WOJDALSKI J., KALETA A., DRÓŹDŹ B., CHOJNACKA A. 2012.** *Factors influencing the energy efficiency in dairy processing plants.* TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 12(1), 307-313.
- [19] **ZANDER L., ZANDER Z. 2003.** *Projektowanie płytowych wymienników ciepła.* Instalacje Sanitarne, 2(7), 27-30.

Dr inż. Barbara KROCHMAL-MARZAK

Dr Izabela BETLEJ

Instytut Gospodarki i Polityki Społecznej

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigoń w Krośnie

# WPŁYW EKSTRAKTU I MIĄŻSZU Z BULW BATATÓW (*IPOMOEA BATATAS* [L]. LAM.) UPRAWIANYCH W WARUNKACH KLIMATYCZNO GLEBOWYCH POLSKI NA WZROST GRZYBÓW PLEŚNI®

Effect of extracts and pulp of sweet potato tuber (*Ipomoea batatas* [L]. Lam.) grown under conditions of climate and soil Polish growth of mold fungi®

**Słowa kluczowe:** bataty, grzyby pleśnie.

*Ekstrakty roślinne stanowią cenne źródło substancji bakterio- i grzybobójczych. Do tej pory przeprowadzono wiele badań nad właściwościami bakterio- i grzybobójczymi licznych surowców roślinnych, natomiast miąższ i ekstrakt z bulw batatów nie były do tej pory w Polsce tematem szczegółowych badań.*

*Celem badań przedstawionych w artykule było określenie wpływu ekstraktu wodnego i miąższu z bulw batatów na aktywność metaboliczną – wzrostową grzybów pleśni.*

*Rezultaty badań wskazują, że miąższ oraz ekstrakt wodny z bulw batatów mogą być uznane za regulatory wzrostu grzybów. Wykazano, że składniki miąższu bulw są dobrymi stymulatorami wzrostu grzyba. Ekstrakt wodny z bulw hamował aktywność wzrostową badanego organizmu.*

**Key words:** sweet potatoes, mold fungi.

*Plant extracts are a valuable source of antibacterial substances and fungicides. To date, there have been many studies of bactericidal and fungicidal properties of many plant materials, while pulp and extract of the sweet potato tubers were not so far in Poland, the subject of detailed studies.*

*The aim of this study was to determine the effect of the aqueous extract and the pulp of sweet potato tubers on metabolic activity - growth of mold fungi.*

*The results show that the sweet potatoes tubers and their aqueous extracts can be considered as regulators of fungal growth. It has been shown that the components of the pulp are good stimulators of growth of the fungus. The aqueous extract inhibited the growth of the test organism.*

## WPROWADZENIE

Bat (Ipomoea batatas [L]. Lam.), zwany również słodkim ziemniakiem, jest znanym gatunkiem wieloletnim uprawianym w strefie międzyzwrotnikowej, a w strefie umiarkowanej rośliną jednoroczną jarą. Bulwy batata, stanowiące część jadalną rośliny, charakteryzują się słodkawym smakiem, kolorem miąższu od białego poprzez pomarańczowy do fioletowego. Uprawiane na terenie Polski bataty wymagają gleb przewiewnych o uregulowanych stosunkach wodnych. Pielęgnacja plantacji wymaga właściwego nawożenia gleby obornikiem bydlęcym, obornikiem z trzody chlewnej, słomą z dodatkiem azotu lub gorczycą białą (Krochmal-Marczak i Sawicka [7]). Bulwy batata stanowią wartościowy surowiec, który swym składem chemicznym przypomina bulwy ziemniaka. Według danych przedstawionych przez Krochmal-Marczak i Sawicką [6] bulwy batata w 100 gramach zawierają 373 mg potasu, 85 mg chloru, 49 mg fosforu, 30 mg wapnia, 26 mg siarki, 24 mg magnezu, 13 mg sodu, 4,5 mg jodu oraz 0,8 mg żelaza. Są one również bogatym źródłem skrobi, białka, włókna surowego oraz witaminy C (Sawicka i wsp., [12]).

Wzmoczone zainteresowani naukowców wykorzystaniem ekstraktów roślinnych, jako źródła substancji o charakterze

bakteriobójczym lub grzybobójczym, skłoniły do przeanalizowania wpływu bulw batatów na wzrost grzybów pleśni. Aktywności przeciwdrobnoustrojowe wykazano w przypadku licznych ekstraktów roślinnych takich jak: macierzanka, lawenda, cząber, cynamon, czarnuszka, jodła, bylica, czosnek, cebula, bazylika oraz wielu innych (Kunicka-Styczyńska i Maroszyńska [9]), (Wang i wsp. [14]), (Li i wsp. [10]). Bulwy i liście batatów nie były w tym zakresie tematem badań prezentowanych w literaturze polskiej.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu miąższu oraz wodnych ekstraktów bulw batatów na aktywność metaboliczną pleśni *Penicillium* sp. Aktywność metaboliczną oceniano jako zdolność do wzrostu na podłożu agarowym zawierającym ekstrakt wodny z batatów oraz miąższ batatów.**

## MATERIAŁY I METODY

Do badań wykorzystano bulwy batata – odmiana Satsumaimo, pochodzące z uprawy polowej, przeprowadzonej w latach 2011 w miejscowości Żyznów, w powiecie strzyżowskim, na glebie kompleksu pszenno-wadliwego, o lekko kwaśnym odczynie (6,1 pH w 1n KCl). Po zbiorze bulwy batata były przechowywane w chłodni w temperaturze 15°C

i wilgotności względnej powietrza około 90% przez okres 6 miesięcy.

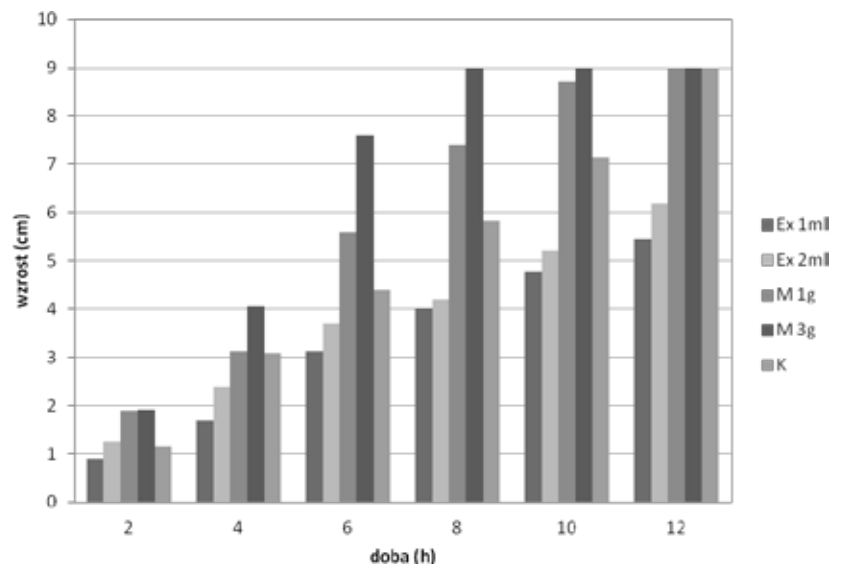
100 gram bulw batatów rozdrobniono do postaci miąższu, a następnie zawieszono w 200ml wody destylowanej. Przygotowaną zawiesinę wytrząsano na wytrząsarce przez 30 min przy prędkości 150 obr/min, następnie ekstrakt przesączano przez filtr bibułowy o gramaturze 103g/m<sup>2</sup>. Po prze-filtrowaniu wodny ekstrakt dodatkowo filtrowano przez filtr strzykawkowy o wielkości porów 0,22µl. Badania wpływu batatów na aktywność grzybów pleśni wykonano w następujący sposób: do sterylnych płytek Petriego dodawano a) 1ml b) 2ml ekstraktu wodnego c) 1g d) 3 g miąższu batatów. Płytki zalewano pożywką agarową o składzie 20g agaru i 5g maltozy. Na przygotowane podłoża naszczepiano centralnie inokulum grzybni testowej *Penicilium sp.* wyizolowaną z produktów spożywczych i oznaczoną na podstawie klucza (Fassatiowa [3]). Doświadczenie prowadzono w termostacie w temperaturze 21°C i wilgotności względnej 65%.

Wzrost grzybni na podłożu określano poprzez pomiar liniowy średnicy kolonii w dwóch prostopadłych względem siebie kierunkach i odnoszono do pomiaru wzrostu grzybni w próbkach kontrolnych, nie zawierających ekstraktu i miąższu batatów. Każdą próbę przeprowadzano w trzech powtórzeniach.

## WYNIKI BADAŃ

Wpływ batatów na aktywność metaboliczną grzybów pleśni oceniono jako stymulację lub zahamowanie wzrostu grzybni rosnącej na podłożu z batatem lub jego ekstraktem wodnym, w odniesieniu do próby kontrolnej nie zawierającej miąższu lub wodnego ekstraktu. Pomiaru średnicy grzybni dokonywano co dwa dni, do momentu gdy próba kontrolna całkowicie porośla płytkę Petriego (Ø 9 cm). Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli (Tab. 1) oraz na wykresie (Rys. 1). Uzyskane rezultaty wskazują, że miąższ batatów jest dobrym stymulatorem wzrostu grzybni, w przeciwieństwie do ekstraktu wodnego, który działa hamująco na wzrost. W ósmym dniu hodowli zaobserwowano całkowite porośnięcie płytki przez badany grzyb rosnący na podłożu z miąższem batatów (3g), w tym samym czasie średnica grzybni w próbie kontrolnej wynosiła 5,82 cm. W próbkach z wodnym ekstraktem średnica kolonii grzybni zmierzona w tym samym czasie hodowli wynosiła 4,02 cm dla próby z dodatkiem 1ml ekstraktu i 4,02 cm w próbie zawierającej 2 ml ekstraktu. Doświadczenie zakończono w 12-tym dniu trwania hodowli, zaobserwowano wówczas całkowite porośnięcie płytki przez grzybnię kontrolną.

Przedstawione wyniki stanowią wstępny obraz badań nad jakością batatów oraz oceną substancji będących moderatorem wzrostu mikroorganizmów. Uzyskane rezultaty wskazują, że bataty są dobrymi stymulatorami wzrostu grzyba, co związane jest z obecnością w ich składzie chemicznym dużej zawartości związków takich, jak skrobia, cukry redukujące, związki mineralne (Krochmal-Marczak i Sawicka [7]), z drugiej zaś strony mogą być inhibitorami wzrostu mikroorganizmów, co związane jest z niezidentyfikowanymi dotychczas substancjami wchodzącymi w skład bulw batatów. Przeprowadzony przegląd literatury wskazuje, że bataty nie są w Polsce tematem głębszych analiz. Większość prac badawczych dotyczy sposobu uprawy batata w warunkach klimatycznie glebowych Polski (Krochmal-Marczak i Sawicka [8]) oraz wartości odżywczej bulw i liści batatów (Sawicka i wsp. [13]), (Krochmal-Marczak i Sawicka [6]). Aktywność grzybio- i bakteriobójcza innych surowców roślinnych była badana przez wielu autorów (Naidu [11], Hshieh i wsp. [5], Yin i wsp. [15]). Wysokie właściwości biobójcze ekstraktów z czosnku i cebuli w stosunku do grzybów *Aspergillus*



Rys. 1. Wzrost grzybni na podłożu z miąższem i ekstraktem wodnym bulw batatów.

Fig. 1. Mycelial growth on the surface with the addition of pulp and water extract of sweet potato tubers.

Objaśnienia: Ex 1ml (ekstrakt 1ml), Ex 2ml (ekstrakt 2ml), M 1g (miąższ 1g), M 3g (miąższ 3g), K (próba kontrolna).

Źródło: Badania własne

Tabela 1. Pomiar średnicy wzrostu grzybni

Table 1. Measuring of the diameter mycelial growth

Czas pomiar	1ml ekstraktu wodnego z batatów	2ml ekstraktu wodnego z batatów	1g miąższu batatów	3g miąższu batatów	Kontrola
2 doba	0,9 cm	1.25 cm	1.90 cm	1.92 cm	1.16 cm
4 doba	1.68 cm	2.40 cm	3.12 cm	4.06 cm	3.08 cm
6 doba	3.12 cm	3.70 cm	5.6 cm	7.6 cm	4.4 cm
8 doba	4.02 cm	4.20 cm	7.4 cm	9 cm	5.82 cm
10 doba	4.79 cm	5.21 cm	8.71 cm	-	7.14 cm
12 doba	5.46 cm	6.18 cm	9 cm	-	9 cm

Źródło: Badania własne

niger i bakterii *Staphylococcus aureus* uzyskał w swoich badaniach Bankeblia [1]. Autor porównywał wpływ różnych koncentracji wyciągów z czosnku i cebuli na wzrost grzybów i bakterii. Właściwości przeciwdrobnoustrojowe wykazano również w przypadku owoców *Solanum torvum* (Chah i wsp. [2]) oraz owoców *Ferula gummosa* (Ghasemi i wsp. [4]). Wpływ batatów na aktywność metaboliczną grzybów jest zagadnieniem mało rozpoznany. Wydaje się, że istnieje możliwość wykorzystania tych surowców roślinnych w celu opracowania metod ograniczania wzrostu mikroorganizmów.

## WNIOSKI

1. Miąższ i ekstrakt wodny z bulw batatów, odmiany Satsumaimo wpływają na metabolizm pleśni *Penicillium* sp. poprzez hamowanie lub stymulację wzrostu.
2. Miąższ bulw batatów stymuluje komórki grzybni do intensywnego wzrostu, zaś ekstrakty wodne działają inhibującą na wzrost grzybni na podłożu agarowym.
3. Ekstrakty wodne z batatów mogą być wykorzystywane do produkcji preparatów, stosowanych do zwalczania mikroorganizmów.

## LITERATURA

- [1] **BANKEBLIA N. 2004.** *Antimicrobial activity of Essentials oil extracts of various onions (pallium cepa) and garlic (Allium sativum).* Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 37, 263-268.
- [2] **CHAH F. K., MUKO K. N., OBOEGBULEM S. I. 1999.** Antimicrobial activity of methanolic extract of *Solanum torvum* fruit. Fitoterapia, 71, 187-189.
- [3] **FASSATIOVA O. 1983.** Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [4] **GHASEMI Y., FARIDI P., MEHREGAN I., MOHAGHEGHZADEH A. 2005.** *Ferula gummosa* fruits: an aromatic antimicrobial agent. Chemistry of Natural Compounds, Vol. 41, Nr 3, 311-314.
- [5] **HSHIEH P. C., MAU J. L., HUANG S. H. 2001.** Antimicrobial effect of various combination of plant extracts. Food Microbiology, 18, 35-43.
- [6] **KROCHMAL-MARCZAK B., SAWICKA B. 2011.** Wartość odżywcza bulw batata uprawianego w systemie ekologicznym, Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Ekologicznej pt.: „Perspektywy rozwoju ekologicznej produkcji ogrodniczej”, Skierniewice 2011, 89-90.
- [7] **KROCHMAL-MARCZAK B., SAWICKA B. 2011.** Uprawa batata *Ipomoea batatas* [L. (Lam.)] w warunkach południowo-wschodniej Polski. [w:] Kondraci S., Skrzyczyńska J., Zarzecka K. (red.). Współczesne dylematy polskiego rolnictwa, Wydawnictwo PSW JPII w Białej Podlaskiej 2011a, 155-169.
- [8] **KROCHMAL-MARCZAK B., SAWICKA B. 2011.** Batat jako ciekawe warzywo dla gospodarstw ekologicznych, Materiały Ogólnopolskiej Naukowej Konferencji Ekologicznej. pt.,Perspektywy rozwoju ekologicznej produkcji ogrodniczej”, Skierniewice 2011b, 119-120.
- [9] **KUNICKA-STYCZYŃSKA A., MAROSZYŃSKA M. 2012.** *Aktywność olejków eterycznych wobec pleśni Aspergillus Niger.* Ochrona przed korozją 9s/A/2012, 336-339.
- [10] **LI S., FREITAG C., MORRELL J. J., 2007.** Preventing fungal attack of freshly sawn lumber using cinnamon extracts, Materiały z Konferencji International Research Group, Documents 07-30432.
- [11] **NAIDU A. S. 2000.** Natural food antimicrobial systems, Boca Raton, FL: CRC Press.
- [12] **SAWICKA B., PSZCZÓLKOWSKI P., MIKOSBIELAK M. 2000.** Biologiczna wartość bulw *Ipomoea batatas* (L.) Lam. w warunkach Lubelszczyzny, Rocznik AR w Poznaniu 2000, 323 (31/1), Ogrodnictwo: 453-457.
- [13] **SAWICKA B., PSZCZÓLKOWSKI P., KROCHMAL-MARCZAK B. 2004.** Jakość bulw *Ipomoea batatas* [L.] Lam. uprawianych w warunkach nawożenia azotem. Annales UMCS, E-59 (3), 1223-1232.
- [14] **WANG Y., JEFFREY J. M., CHANG J., ZHANG B., KARCHESY J. 2012.** *Antifungal properties of essentials oils against Wood stain and molds.* Ochrona przed korozją 9s/A/2012, 344-351.
- [15] **YIN M. C., TSAO S. M. 1997.** *Inhibitory effect of seven Allium plants upon the Aspergillus species.* International Journal of Food Microbiology, 49, 49-59.



Dr hab. Ewelina HALLMANN  
Zakład Żywności Ekologicznej, SGGW w Warszawie

## ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH W WYBRANYCH SOKACH POMARAŃCZOWYCH Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ®

The content of bioactive compounds in selected orange juice from organic and conventional production®

*Sok pomarańczowy jest jednym z soków częściej wybieranych przez konsumentów. Jest on bardzo dobrym źródłem witaminy C, karotenoidów oraz flawonoidów w diecie. Zawartość związków bioaktywnych w sokach pomarańczowych zależy od wielu czynników: min. pochodzenia owoców, sposobu przerobu owoców, sposobu utrwalenia soku. Stwierdzono, że soki z produkcji ekologicznej zawierały więcej zeaksantyny,  $\beta$ -karotenu, flawonoidów ogółem, kwercetyny, hesperydyny oraz kempferolu w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Soki świeże (nie otrzymane z koncentratu) charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością suchej masy, karotenoidów ogółem, zeaksantyny, cis-zeaksantyny, jak też flawonoidów: naringiny oraz kempferolu w porównaniu z sokami wykonanymi z koncentratu.*

*Orange juice is one of the more popular juice among consumers. Orange juice is a very good source of vitamin C, carotenoids and flavonoids in the diet. The content of bioactive compounds in orange juice depends on many factors: the origin of the fruit, fruit processing. In presented experiment organic juices contained significantly more zeaxanthin,  $\beta$ -carotene, flavonoids: quercetin, hesperidin and kempferol compared to conventional juices. Fresh juice (not made from concentrate) were characterized by significantly higher content of dry matter, total carotenoids, zeaxanthin, cis-zeaxanthin, naringin as well as kaempferol in comparison with the juices made from concentrate.*

### WPROWADZENIE

Sok pomarańczowy jest najczęściej wybieranym przez polskich konsumentów (24%) sokiem owocowym, w dalszej kolejności są sok jabłkowy (14,3%) oraz grapefruitowy (10,3%) [1]. W sklepach znajduje się bardzo wiele różnych soków pomarańczowych, wykonanych głównie z koncentratu. Jest to związane ze specyfiką pozyskania surowca do produkcji soku pomarańczowego. W obu systemach produkcji (ekologicznym i konwencjonalnym), sok pomarańczowy produkuje się w Polsce z wcześniej przygotowanego i sprowadzonego koncentratu. Sok pomarańczowy świeży jest rzadkością na polskim rynku. Na półkach w sklepach można znaleźć tylko jeden rodzaj soku pomarańczowego, tzw. soku jednodniowego, który zgodnie z deklaracją producenta jest sokiem bezpośrednim. To, że sok pomarańczowy jest produkowany nie z koncentratu, nie oznacza, że jest sokiem wyciśniętym bezpośrednio z owoców pomarańczy. Największym producentem pomarańczy oraz koncentratu pomarańczowego na świecie jest Brazylia. Roczna produkcja pomarańczy w 2012 roku wyniosła 18,012 mln ton, z tego 12,811 mln ton trafiło do przetwórstwa [4]. Sok pomarańczowy bezpośredni oznacza, że po zbiorze i selekcji owoców, jeszcze w Brazylii, sok został wyciśnięty z owoców i w ten sposób otrzymano sok pomarańczowy surowy. Ten produkt poddaje się pasteryzacji przepływowej i rozlewa do tanków, które statkami transportowane są do miejsca przeznaczenia (konsumpcji). Zgodnie z nomenklaturą producent takiego soku może deklarować na opakowaniu sok NFC (nie z koncentratu), jednak nie jest to sok bezpośrednio wyciśnięty z owoców. Soki pomarańczowe odtworzone z koncentratu

wzbogaca się w substancje aromatyczne i witaminy, które uległy degradacji podczas przetwarzania owoców na sok. Natomiast przy produkcji nektarów stosuje się dodatkowo cukier lub/i syrop glukozowo-fruktozowy oraz kwas cytrynowy jako regulator kwasowości [5].

W systemie ekologicznym surowce (głównie owoce i warzywa) stosowane do produkcji soków charakteryzują się wyższą zawartością związków bioaktywnych w porównaniu z surowcami konwencjonalnymi [7, 8, 13]. Wykazano też, że produkty ekologiczne (w tym soki warzywne i owocowe) charakteryzują się istotnie wyższą zawartością związków biologicznie czynnych (polifenoli, w tym flawonoidów, witaminy C, oraz karotenoidów) [10, 14, 17]. Dobrej jakości surowiec oraz surowe zasady stosowane w przetwórstwie eko-rolniczym przyczyniają się do powstania produktu wysokiej jakości. Jakość soków owocowych i warzywnych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej była już przedmiotem wielu badań porównawczych. Jednak w najnowszej literaturze brak jest informacji o jakości soków pomarańczowych pochodzących z dwóch różnych systemów produkcji.

**Celem artykułu jest przedstawienie uzyskanych wyników badań dotyczących zawartości związków biologicznie czynnych w wybranych sokach pomarańczowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.**

### MATERIAŁ I METODY

Do doświadczenia wykorzystano 3 marki soków pomarańczowych produkcji ekologicznej (dostępnych na rynku) i przygotowanych przez producentów jako soki z koncentratu i były

to: E1, E2 oraz E3. Soki produkowane konwencjonalnie, również przygotowane z koncentratu były reprezentowane przez marki: K1, K2, K3, K4, K5. Jedyna marka „konwencjonalnego” soku pomarańczowego (deklarowana przez producenta jako sok świeży), w rzeczywistości była sokiem pomarańczowym bezpośrednim i była reprezentowana przez K6. Jako kontrolę zastosowano sok surowy wyciśnięty bezpośrednio przed badaniem z owoców pomarańczy zarówno ekologicznych, jak i konwencjonalnych.

W próbkach soków oznaczono zawartość suchej masy (wg Polskiej Normy PN-R-04013:1988) metodą wagową [11], zawartość witaminy C metodą spektrofotometryczną [12], zawartość polifenoli z rozdziałem na poszczególne związki metodą HPLC [9], oraz zawartość karotenoidów metodą HPLC [8]. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji i testu post-hoc Duncana na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Badanymi czynnikami doświadczenia były: pochodzenie soku (ekologiczne i konwencjonalne), marka soku (9 marek rynkowych soków pomarańczowych) oraz sposób przetworzenia (sok świeży

oraz sok pasteryzowany). Wartość (p) podano w tabelach razem z wartościami średnimi i odchyleniem standardowym oraz zastosowano podział na grupy homogenne.

## WYNIKI

W tabeli nr 1 przedstawiono wyniki oznaczeń zawartości suchej masy, witaminy C oraz karotenoidów w badanych sokach pomarańczowych. Nie zaobserwowano statystycznie istotnej różnicy w zawartości suchej masy pomiędzy sokami pomarańczowymi z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Soki pomarańczowe nie produkowane z koncentratu charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością suchej masy w porównaniu z sokami przygotowanymi z koncentratu. Istotnie wyższą zawartość suchej masy zawierał sok otrzymany bezpośrednio z ekologicznych pomarańczy i było to 11,86 g/100 ml soku. Do tej samej grupy zaliczono ekologiczny sok E1 (z koncentratu) 11,71 g/100 ml soku oraz sok wyciśnięty świeżo z konwencjonalnych pomarańczy 11,63 g/100 ml soku (Tabela 1.). Otrzymane wyniki wskazują, że soki konwencjonalne charakteryzowały się istotnie wyższą

**Tabela 1. Zawartość suchej masy, witaminy C oraz karotenoidów w badanych sokach pomarańczowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej**

**Table 1. The content of dry matter, vitamin C and carotenoids in examined orange juices form organic and conventional production**

Pochodzenie soku	Rodzaj soku	sucha masa	witamina C	karotenoidy ogółem	luteina	zeksantyna	cis-zeksantyna	$\beta$ -kryptoksantyna	$\alpha$ -karoten	$\beta$ -karoten
		g/100 ml	mg/100 ml	$\mu\text{g}/100\text{ ml}$						
soki ekologiczne	świeżo wyciśnięty sok z ekologicznych pomarańczy	11,86 e	72,48 d	554,02 ef	54,57 a	17,28 d	25,27 ab	294,01 de	44,25 d	118,64 e
	E1	11,71 de	48,41 b	459,61 a	54,69 a	16,33d	22,83 a	204,03 a	44,58 d	117,15 d
	E2	10,36 b	40,54 a	470,20 ab	59,21 f	14,54 cd	25,41 ab	203,40 a	44,62 d	123,02 f
	E3	10,80 c	46,22 b	517,19 abcd	55,51 ab	15,40 cd	25,47 ab	239,04 abc	53,05 d	128,71 g
soki konwencjonalne	świeżo wyciśnięty sok z konwencjonalnych pomarańczy	11,63 de	70,01 cd	671,12 g	57,30 bcde	15,95 d	57,14 d	379,27 f	43,63 c	117,83 d
	K1	10,72 c	78,16 e	597,04 f	59,02 f	15,25 cd	36,01 c	338,40 ef	40,62 a	107,75 a
	K2	10,79 c	71,48 cd	534,87 cde	58,21 cde	13,08 bc	27,38 ab	281,36 cd	40,70 a	114,13 c
	K3	10,68 bc	70,38 cd	495,33 abcd	58,49 ef	15,45 cd	25,14 ab	236,06 abc	53,60 e	106,58 a
	K4	10,02 a	71,66 cd	543,37 de	56,16 abc	11,50 ab	29,66b	278,12 cd	56,60 f	111,33 b
	K5	11,38 d	72,21 cd	526,55 bcde	58,27 cde	10,29 a	27,29 ab	267,34 bcd	44,35 d	119,00 ef
	K6	11,38 d	69,47 c	480,30 abc	56,74 abcd	15,49 cd	27,77 ab	220,42 ab	42,40b	117,49 d
średnia dla soków ekologicznych		11,18 a	51,91 a	500,26 a	55,99 a	15,89 b	24,75 a	235,12 a	46,63 a	121,88 b
średnia dla soków konwencjonalnych		10,94 a	71,91 b	549,80 b	57,74 a	13,86 a	32,91 b	285,85 b	45,99 a	113,44 a
średnia dla soków świeżych		11,62 b	70,66 a	568,48 b	56,20 a	16,24 b	36,72 b	297,90 a	43,43 a	117,98 a
średnia dla soków z koncentratu		10,81 a	62,38 a	518,02 a	57,45 a	13,98 a	27,40 a	255,97 a	47,26 a	115,96 a
<b>p-value</b>										
pochodzenie soku		n.s.**	<0.0001	0,047	n.s.	0,016	0,02	0,0138	n.s.	<0.0001
marka soku		<0.0001	<0.0001	0,0002	0,0002	0,0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
sposób przetworzenia		0,0001	n.s.	0,028	n.s.	0,0125	0,01	n.s.	n.s.	n.s.

\* te same litery oznaczają brak różnic istotnych statystycznie; \*\*n.s. nie istotne statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$

**Źródło:** Badania własne

zawartością witaminy C w porównaniu z sokami ekologicznymi. Nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy sokami świeżymi i tymi przygotowanymi z koncentratu. Soki bezpośrednie zawierały 70,66 mg/100 ml witaminy C, podczas, gdy soki z koncentratu 62,38 mg/100 ml witaminy C. Istotnie wyższą zawartość witaminy C stwierdzono w soku konwencjonalnym przygotowanym z koncentratu (K1) w porównaniu ze wszystkimi pozostałymi badanymi markami soków (Tabela 1). Soki pomarańczowe z produkcji konwencjonalnej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością karotenoidów ogółem w porównaniu z sokami ekologicznymi i było to odpowiednio 549,80  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  soku oraz 500,26  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ . Również soki pomarańczowe świeże zawierały istotnie wyższą zawartość karotenoidów ogółem w porównaniu z sokami produkowanymi z koncentratu. Zgromadzone wyniki wskazują, że sok pomarańczowy z produkcji konwencjonalnej (z koncentratu) K1 oraz sok świeżo wyciśnięty z ekologicznych pomarańczy charakteryzowały się istotnie wyższą sumaryczną zawartością karotenoidów w porównaniu z pozostałymi badanymi markami soków pomarańczowych (Tabela 1). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości luteiny pomiędzy sokami ekologicznymi i konwencjonalnymi oraz pomiędzy próbkami soków świeżych oraz tych produkowanych z koncentratu. Istotnie więcej luteiny stwierdzono w soku pomarańczowym ekologicznym (z koncentratu) marki E1 oraz soku pomarańczowym konwencjonalnym (z koncentratu) K1 i było to odpowiednio 59,21  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  oraz 59,02  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  (Tabela 1). Wyniki wskazują, że pomarańczowe soki ekologiczne zawierały istotnie więcej zeaksantyny w porównaniu z sokami konwencjonalnymi, podobnie jak soki świeże w porównaniu z sokami produkowanymi z koncentratu. Jednocześnie konwencjonalny sok K4 i K5 charakteryzowały się istotnie niższą zawartością zeaksantyny w porównaniu ze wszystkimi markami soków i było to odpowiednio 11,50  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  i 10,29  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  (Tabela 1). Soki konwencjonalne charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością *cis*-zeaksantyny w porównaniu z sokami ekologicznymi. Zaobserwowano również, że soki wytworzone nie z koncentratu zawierały istotnie więcej izomeru tego karotenoidu w porównaniu z sokami z koncentratu. Sok konwencjonalny wyciśnięty bezpośrednio z konwencjonalnych pomarańczy charakteryzował się istotnie wyższą zawartością *cis*-zeaksantyny w porównaniu z pozostałymi badanymi markami soków pomarańczowych (Tabela 1). Zgromadzone wyniki wskazują, że soki konwencjonalne charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością  $\beta$ -kryptoksantyny w porównaniu z sokami ekologicznymi. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości tego karotenoidu pomiędzy sokami świeżymi, a sokami przygotowanymi z koncentratu. Istotnie więcej  $\beta$ -kryptoksantyny zawierały sok świeżo wyciśnięty z konwencjonalnych pomarańczy oraz sok konwencjonalny (z koncentratu) K1. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy sokami ekologicznymi i konwencjonalnymi oraz pomiędzy sokami świeżymi oraz tymi przygotowanymi z koncentratu w zawartości  $\alpha$ -karotenu. Większą zawartość tego związku stwierdzono w świeżo wyciśniętym soku z konwencjonalnych pomarańczy oraz w soku konwencjonalnym (z koncentratu) K1 i było to odpowiednio 379,27  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  oraz 338,40  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  (Tabela 1). Ekologiczne soki pomarańczowe charakteryzowały

się istotnie wyższą zawartością  $\beta$ -karotenu w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Nie stwierdzono różnic w zawartości tego karotenoidu pomiędzy sokami świeżymi, a tymi przygotowanymi z koncentratu. Istotnie więcej  $\beta$ -karotenu stwierdzono w ekologicznym soku (z koncentratu) E2 oraz konwencjonalnym soku (z koncentratu) K5 i było to odpowiednio 123,02  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  oraz 119,00  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  (Tabela 1).

Soki pomarańczowe z produkcji ekologicznej charakteryzowała istotnie wyższa zawartość flawonoidów ogółem w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Nie stwierdzono różnic w zawartości flawonoidów ogółem pomiędzy próbkami soków świeżych oraz tych przygotowanych z koncentratu (Tabela 2).

Istotnie wyższą zawartość flawonoidów ogółem stwierdzono w soku pomarańczowym E1 oraz E2 i było to odpowiednio 68,54 mg/100 ml oraz 69,62 mg/100 ml. Soki pomarańczowe konwencjonalne charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością rutynozydu-3-O-kwercetyny w porównaniu z sokami ekologicznymi. Nie stwierdzono różnic w zawartości tego związku pomiędzy sokami świeżymi, a tymi przygotowanymi z koncentratu. Istotnie wyższa zawartość rutynozydu-3-O-kwercetyny zawierały soki K1 i K6 i było to odpowiednio 4,07 mg/100 ml oraz 4,02 mg/100 ml (Tabela 2). Nie stwierdzono wpływu pochodzenia ani przetworzenia na zawartość glikozydu-3-O-kwercetyny w badanych sokach pomarańczowych. Soki E1 i E3 charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością tego związku i było to odpowiednio 1,58 mg/100 ml dla obu marek soków pomarańczowych (Tabela 2). Nie stwierdzono wpływu pochodzenia soku na zawartość naringiny. Jednak soki świeże charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością tego związku w porównaniu z sokami przygotowanymi z koncentratu i było to odpowiednio 2,25 mg/100 ml oraz 2,17 mg/100 ml. Soki pomarańczowe z produkcji ekologicznej E3 oraz sok świeżo wyciśnięty z pomarańczy, jak też soki konwencjonalne K2 i K3 charakteryzowały się zbliżoną zawartością naringiny. Nie stwierdzono wpływu pochodzenia i przetworzenia soków na zawartość myricetyny w badanych próbkach soków pomarańczowych. Wśród soków ekologicznych istotnie wyższą zawartość tego związku zawierały soki marki E1 i E2, zaś wśród soków konwencjonalnych były to marki K1, K2 i K3 (Tabela 2). Nie stwierdzono wpływu pochodzenia i sposobu przetworzenia soków na zawartość naringiny w badanych sokach pomarańczowych. Wszystkie soki z produkcji ekologicznej oraz sok konwencjonalny wyciśnięty bezpośrednio z pomarańczy charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością naringiny w porównaniu z pozostałymi badanymi markami soków pomarańczowych. Soki ekologiczne charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kwercetyny w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Nie stwierdzono wpływu przetworzenia owoców na zawartość tego związku w badanych sokach pomarańczowych. Istotnie więcej kwercetyny zawierały soki konwencjonalne marki K6, sok ze świeżych pomarańczy, K3, K4 oraz K5, jak też jeden sok ekologiczny E2 (Tabela 2). Nie stwierdzono wpływu pochodzenia ani przetworzenia na zawartość naringiny w badanych sokach pomarańczowych. Istotnie więcej tego związku zawierały soki E2 oraz konwencjonalny sok świeżo wyciśnięty z pomarańczy i było to odpowiednio 6,22 mg/100 ml oraz 6,02 mg/100 ml badanego soku.

**Tabela 2. Zawartość flawonoidów w badanych sokach pomarańczowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej**  
**Table 2. The content of flavonoids in examined orange juices from organic and conventional production**

Pochodzenie soku	Rodzaj soku	flawonoidy ogółem	rutynozyd-3-O-kwercetyny	glikozyd-3-O-kwercetyny	naringina	myrcetyna	narirutyna	kwercetyna	naringenina	hesperydyna	kempferol
		mg/100 ml									
soki ekologiczne	świeżo wyciśnięty sok z ekologicznych pomarańczy	73,80 g	2,44 b	1,35 d	2,46 d	3,59 bc	6,22 d	6,46 f	1,31 d	47,85 f	2,12 de
	E1	68,54 e	2,25 a	1,58 e	1,89 a	3,69 cd	6,47 d	5,26 b	1,35 h	43,96 d	2,09 cde
	E2	69,62 ef	2,53 b	1,31 bc	2,11 b	4,27 d	6,38 d	5,99 de	1,34 f	43,43 d	2,26 fg
	E3	71,07 g	3,30 c	1,58 e	2,43 d	3,02 a	6,15 cd	5,60 c	1,29 b	45,60 e	2,11 de
soki konwencjonalne	świeżo wyciśnięty sok z konwencjonalnych pomarańczy	65,56 d	4,32 g	1,30 ab	2,20 c	3,02 a	6,02 cd	5,97 de	1,33 f	39,03 c	2,36 h
	K1	60,13 b	4,07 f	1,30 a	1,93 a	4,20 d	5,02 ab	4,41 a	1,32 e	35,69 b	2,1 ef
	K2	62,39 c	3,78 d	1,31 ab	2,47 d	4,38 d	5,18 ab	5,27 b	1,30 c	36,76 b	1,95 ab
	K3	65,30 d	4,25 g	1,30 ab	2,43 d	4,17 cd	4,95 ab	5,82 cde	1,31 d	39,19 c	1,89 a
	K4	62,04 c	3,93 e	1,32 c	1,97 a	3,10 a	5,24 ab	5,84 cde	1,34 g	37,31 b	1,98 abc
	K5	65,31 d	4,02 ef	1,31 abc	2,15 bc	3,49 b	4,87 a	5,77 cde	1,31 d	40,37 c	2,03 bcd
	K6	55,88 e	4,25 g	1,30 a	2,09 b	2,97 a	5,55 bc	6,09 e	1,28 e	30,01 a	2,33 h
średnia dla soków ekologicznych		70,76 b	2,63 a	1,46 a	2,22 a	3,64 a	6,30 a	5,83 b	1,32 a	45,21 b	2,14 b
średnia dla soków konwencjonalnych		62,37 a	4,09 b	1,31 a	2,18 a	3,62 a	5,26 a	5,60 a	1,31 a	36,91 a	2,10 a
średnia dla soków świeżych		65,08 a	3,67 a	1,32 a	2,25 b	3,19 a	5,93 a	6,17 a	1,31 a	38,96 a	2,27 b
średnia dla soków z koncentratu		65,55 a	3,51 a	1,38 a	2,17 a	3,79 a	5,53 a	5,50 a	1,32 a	40,29 a	2,06 a
<b>p-value</b>											
pochodzenie soku		<0.0001	<0.0001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0.0001	0,0002
marka soku		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
sposób przetworzenia		n.s.	n.s.	n.s.	0,033	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,0001

\* te same litery oznaczają brak różnic istotnych statystycznie; \*\*n.s. nie istotne statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$

**Źródło:** Badania własne

Soki pomarańczowe z produkcji ekologicznej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością hesperydyny w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Nie stwierdzono różnic w zawartości hesperydyny pomiędzy sokami świeżymi, a sokami produkowanymi z koncentratu. Istotnie więcej hesperydyny stwierdzono w soku świeżo wyciśniętym z ekologicznych pomarańczy (Tabela 2). Istotnie więcej kempferolu stwierdzono w sokach ekologicznych oraz tych przygotowanych na świeżo w porównaniu z sokami konwencjonalnymi oraz sokami wyprodukowanymi z koncentratu. Jednocześnie zaobserwowano, że sok konwencjonalny wyciśnięty bezpośrednio z owoców oraz konwencjonalny sok K6 charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kempferolu w porównaniu z pozostałymi badanymi markami soków pomarańczowych (Tabela 2).

## DYSKUSJA

W najnowszej literaturze brakuje informacji dotyczących porównania zawartości związków karotenoidowych i flawonoidowych w sokach pomarańczowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Sok pomarańczowy jest bardzo dobrym źródłem karotenoidów. W soku pomarańczowym występują następujące karotenoidy: anteraksantyna, auroksantyna,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, luteina, luteinoksantyna, mutatok-santyna, violaksantyna [5]. Mogą w nim też występować takie karotenoidy jak:  $\beta$ -kryptoksantyna i  $\alpha$ -kryptoksantyna [16]. W badanych sokach pomarańczowych stwierdzono obecność luteiny, zeaksantyny, *cis*-zeaksantyny,  $\beta$ -kryptoksantyny,  $\alpha$ -karotenu i  $\beta$ -karotenu (Tabela 1). Średnia zawartość luteiny w sokach ekologicznych wyniosła 55,99  $\mu\text{g}/100$  ml soku, zaś dla soków konwencjonalnych było to 57,74  $\mu\text{g}/100$  ml.

Konwencjonalne soki pomarańczowe charakteryzowały się wyższą zawartością luteiny i było to 739-793  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  soku [15, 16]. W prezentowanej pracy zawartość  $\beta$ -kryptoksantyny była podobna w porównaniu do wyników innych autorów [16]. Natomiast badane soki pomarańczowe charakteryzowały się znacznie niższą zawartością zeaksantyny (średnio w soku ekologicznym 15,89  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  oraz w soku konwencjonalnym 13,86  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) w porównaniu z badanymi sokami konwencjonalnymi, (345-396  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) [16]. Badane soki ekologiczne zawierały 121,88  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$   $\beta$ -karotenu oraz 46,63  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$   $\alpha$ -karotenu. Zawartość tych barwników była znacznie niższa w porównaniu z prezentowanymi przez innych autorów, którzy podali, że w soku z hiszpańskich pomarańczy było 158-591  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$   $\alpha$ -karotenu oraz 133-4809  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$   $\beta$ -karotenu [6]. W prezentowanych badaniach dominującym karotenoidem w soku pomarańczowym była  $\beta$ -kryptoksantyna. Soki ekologiczne zawierały 235,12  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  tego barwnika, zaś soki konwencjonalne 285,85  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  (Tabela 1). Konwencjonalny sok pomarańczowy zawierał od 242  $\mu\text{g}$  do nawet 2491  $\mu\text{g}$  na 100 ml badanej próbki  $\beta$ -kryptoksantyny [6]. Zawartość karotenoidów w sokach pomarańczowych jest uzależniona od wielu czynników takich jak: odmiana owocu z którego wyciśnięto sok, pochodzenia owoców, sposobu produkcji i utrwalaania soku pomarańczowego. W prezentowanych badaniach soki świeże charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością karotenoidów ogółem (568,48  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) w porównaniu z sokami przygotowanymi z koncentratu (518,02  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) (Tabela 1). Zaobserwowano, że w soku bezpośrednio wyciśniętym z owoców pomarańczy była najwyższa zawartość karotenoidów ogółem (1657  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) w porównaniu z sokiem utrwalonym za pomocą mikro impulsów elektrycznych (1132  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) [3].

Sok pomarańczowy to również bardzo dobre źródło witaminy C. Sok pomarańczowy wyprodukowany nie z koncentratu zawierał średnio 49,35 mg/100 ml witaminy C, zaś w soku otrzymanym z koncentratu było to 49,93 mg/100 ml witaminy C [2]. W prezentowanych badaniach w soku świeżym zawartość witaminy C wynosiła 70,66 mg/100 ml soku, zaś w sokach z koncentratu 62,38 mg/100 ml (Tabela 1). W sokach konwencjonalnych stwierdzono istotnie wyższą zawartość witaminy C w porównaniu z sokami ekologicznymi. Jest to związane z dodawaniem syntetycznego kwasu L-askorbinowego do konwencjonalnych soków pomarańczowych. W produktach ekologicznych taka praktyka jest zabroniona, a należy podkreślić, że surowce z produkcji ekologicznej charakteryzują się wyższą zawartością witaminy C w porównaniu z surowcami konwencjonalnymi [8, 9]. W prezentowanych badaniach zaobserwowano, że sok świeży wyciśnięty z ekologicznych pomarańczy zawierał 72,48 mg/100 ml witaminy C, zaś sok świeży wyciśnięty z konwencjonalnych pomarańczy 70,01 mg/100 ml badanego produktu.

Sok pomarańczowy stanowi bardzo dobre źródło związków flawonoidowych. Zidentyfikowano w nim następujące flawonoidy: rutynę (rutynozyd-3-O-kwercetyny), narirutynę (rutynozyd-3-O-naringiny), naringinę, hesperydynę, neohesperydynę, kwercetynę, naringeninę oraz kempferol [18]. W prezentowanym badaniu soki pomarańczowe świeże (nie z koncentratu) charakteryzowały się niższą zawartością hesperydyny (38,96 mg/100 ml), w porównaniu z sokami wykonanymi z koncentratu 40,29 mg/100 ml soku. Soki

wyprodukowane nie z koncentratu zawierały 30,50 mg/100 ml hesperydyny, podczas, gdy te wykonane z koncentratu 44,10 mg/100 ml [18]. W prezentowanym badaniu soki pomarańczowe świeże charakteryzowały się nieznacznie wyższą zawartością narirutyny (5,93 mg/100 ml soku), w porównaniu z sokami z koncentratu (5,53 mg/100 ml soku). Soki nie z koncentratu zawierały 4,10 mg/100 ml narirutyny, zaś te z koncentratu 6,70 mg/100 ml produktu [18]. W prezentowanym badaniu zawartość flawonoidów ogółem w sokach pomarańczowych świeżych wyniosła średnio 65,08 mg/100 ml, zaś w sokach z koncentratu 65,55 mg/100 ml produktu (Tabela 2). W dostępnej literaturze wykazano, że soki pomarańczowe świeże zawierały mniej flawonoidów ogółem w porównaniu z sokami z koncentratu [18].

## WNIOSKI

1. Soki ekologiczne wyróżniała istotnie wyższa zawartość zeaksantyny,  $\beta$ -karotenu, flawonoidów ogółem, kwercetyny, hesperydyny oraz kempferolu w porównaniu z sokami konwencjonalnymi;
2. Soki konwencjonalne charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością witaminy C, karotenoidów ogółem, *cis*-zeaksantyny,  $\beta$ -kryptoksantyny oraz rutynozyd-3-O-kwercetyny w porównaniu z sokami ekologicznymi;
3. Soki świeże (nie otrzymane z koncentratu) charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością suchej masy, karotenoidów ogółem, zeaksantyny, *cis*-zeaksantyny, naringiny oraz kempferolu w porównaniu z sokami wykonanymi z koncentratu.

## LITERATURA

- [1] **AIJN. 2012.** *Liquid Fruit Market Report*, 23-24.
- [2] **ARENA E., FALLICIO B., MACCARONE E. 2001.** *Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influences of constituents, concentration process and storage.* Food Chemistry 74, 423-427.
- [3] **CORTÉS C., ESTEVE M. J., RODRIGO D., TORREGROSA F., FRÍGOLA A. 2006.** *Changes of colour and carotenoids contents during high intensity pulsed electric field treatment in orange juices.* Food Chemistry and Toxicology 44, 1932-1939.
- [4] <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>
- [5] **MELÉNDEZ-MARTÍNEZ A. J., VICARIO I. M., HEREDIA F. J. 2007a.** *Review: Analysis of carotenoids in orange juice.* Journal of Food Composition and Analysis 20, 638-649.
- [6] **MELÉNDEZ-MARTÍNEZ A. J., VICARIO I. M., HEREDIA F. J. 2007b.** *Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juices marketed in Spain.* Food Chemistry. 101, 177-184.
- [7] **HALLMANN E., REMBIAŁKOWSKA E. 2007.** *Wpływ metody uprawy ekologicznej i konwencjonalnej na wybrane parametry wartości odżywczej marchwi (Daucus carota).* Żywnienie Człowieka i Metabolizm 34, 550-556.

- [8] **HALLMANN E. 2012.** *The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types.* Journal of the Sciences Food and Agriculture. 92, 14, 2840-2848.
- [9] **HALLMANN E., REMBIAŁKOWSKA E. 2012.** *Characterization of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum L.*) under organic and conventional growing systems.* Journal of the Sciences Food and Agriculture. 92, 12, 2409-2415.
- [10] **HALLMANN E., LIPOWSKI J., MARSZAŁEK K., REMBIAŁKOWSKA E. 2013.** *The seasonal variation in bioactive compounds content in juice from organic and non-organic tomatoes.* Plant Foods Human Nutrition. 68, 2, 171-176.
- [11] **POLSKA NORMA, PN-R-04013:1988.** *Analiza chemiczno-rolnicza roślin. Oznaczanie powietrznie suchej i suchej masy.*
- [12] **POLSKA NORMA, PN-A-04019:1998.** *Przetwory owocowe i warzywne – Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych – Oznaczanie zawartości witaminy C.*
- [13] [1] **REMBIAŁKOWSKA E., ADAMCZYK M., HALLMANN E. 2004.** *Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, Suplement, 201-207.
- [14] **REMBIAŁKOWSKA E., HALLMANN E., ADAMCZYK M., LIPOWSKI J., JASIŃSKA U., OWCZAREK L. 2006.** *Wpływ procesów technologicznych na zawartość polifenoli ogółem oraz na potencjał przeciwutleniający przetworów (soku i kremogenu) uzyskanych z jabłek pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1, 46, 121-126.
- [15] **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI z dnia 21 kwietnia 2010 roku** zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej soków i nektarów owocowych.
- [16] **SÁNCHEZ-MORENO C., PLAZA L., DE ANCOS B., CANO M. P. 2003.** *Vitamin C, provitamin A carotenoids, and other carotenoids in high-pressurized orange juice during refrigerated storage.* Journal of the Sciences Food and Agriculture. 51, 647-653.
- [17] **SIKORA M., HALLMANN E., REMBIAŁKOWSKA E., LIPOWSKI J., MARSZAŁEK K. 2008.** *Ocena wartości odżywczej i sensorycznej soków marchwiowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.* Monografia X Międzynarodowej Konferencji Naukowej: Rolnictwo ekologiczne – stan obecny i perspektywy rozwoju, 5-6 października 2008, Puszczykowo, Polska.
- [18] **VANAMALA J., REDDIVARI L., YOO K. L., PIKE L. M., PATIL B. S. 2006.** *Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices.* Journal of Food Composition and Analysis. 19, 157-166.

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

## MATEMATYCZNY MODEL ZMIANY KSZTAŁTU NASION BOBIKU W ZALEŻNOŚCI OD WILGOTNOŚCI®

Mathematical model of the shape change faba bean seeds depending on the moisture®

**Słowa kluczowe:** nasiona bobiku, wilgotność, kształt, podstawowe wymiary, model matematyczny, dyskretna powierzchnia przestrzenna, model 3D.

Zaroponowano metodę matematycznego modelowania kształtu bryły nasion bobiku (*Vicia faba var. minor*) odmiany Nadwiślański w zależności od wilgotności. Wilgotność nasion zawierała się w przedziale od 12,9% do 43,9%.

W modelu matematycznym do opisu kształtu bryły nasion bobiku zastosowano równania parametryczne powierzchni przestrzennej. Modelowana dyskretna powierzchnia przestrzenna otaczała objętość leżącą w bliskiej odległości od powierzchni zewnętrznej nasiona bobiku. Wzrost wymiarów nasion bobiku jest zależny od wilgotności. Kształt nasiona można zmieniać 7 parametrami ( $A, B, C, d, e, f, g$ ), a liczbę południków i równoleżników na dyskretniej powierzchni przestrzennej zmienia się parametrem  $N$ . Wizualizacji modeli 3D brył nasion bobiku dokonano za pomocą programu komputerowego Mathcad.

**Key words:** seeds of faba bean, moisture, shape, basic dimensions, mathematical model, discrete surface spatial 3D model.

The proposed method is a mathematical modeling of the shape of the solid faba bean seeds (*Vicia faba var. minor*) variations depending Nadwiślański moisture. Seed moisture content ranged from 12.9% to 43.9%. The mathematical model to describe the shape of the solid faba bean seeds using parametric equations of spatial surface. Modeled discrete spatial area surrounded volume lying in close proximity to the outer surface of faba bean seeds. Faba bean seed size increase is dependent on the moisture. You can change the shape of the seeds of seven parameters ( $A, B, C, d, e, f, g$ ), and the number of meridians and parallels for the discrete surface spatial changes parameter  $N$ . Visualization of 3D models of solids faba bean seeds were made using a computer program Mathcad.

### WSTĘP

Nasiona bobiku (*Vicia faba var. minor*) zawierają białka ok. 33% i ok. 41% skrobi oraz wiele składników mineralnych jak wapń, magnez, potas, fosfor, sód, żelazo, cynk, miedź, fluor i są alternatywnym surowcem w stosunku do soi dla przemysłu paszowego i spożywczego (Flis i in. [1]). W wielu procesach przetwarzania nasion bobiku jak siew punktowy (Podleśny [13]), obtuskiwanie (Mieszkalski [9, 11]) i rozdrabnianie nasion (Łysiak i Laskowski [7]) istotny wpływ mają cechy geometryczne i wilgotność nasion. Wraz ze wzrostem wilgotności nasion bobiku wzrastają ich wymiary (Mieszkalski [8]). Grzesiuk i Kulka [5] oraz Szot [14] proponują w zakresie charakterystyki cech geometrycznych nasion wyznaczać trzy podstawowe wymiary jak długość, szerokość, grubość. Według badań Mieszkalskiego [8] współczynnik kształtu nasion bobiku w niewielkim stopniu ulega zmianie w zależności od wilgotności (1.04 – 1.17). Wilgotność nasion bobiku ma duży wpływ na zmianę ich wymiarów i powierzchni. Wzrost wilgotności nasion bobiku odmiany Nadwiślański z 5 do 45% powoduje wzrost o ok. 150% powierzchni rzutu głównego, wzrost o ok. 159% powierzchni rzutu z góry i o ok. 178% wzrost powierzchni rzutu bocznego (Mieszkalski [8]).

Z analizy literatury wynika, że bryłami reprezentującymi kształt nasiona bobiku była kula (Mieszkalski [9])

i elipsoida (Mieszkalski i Lewandowski [10], Mieszkalski [11]). Kula i elipsoida nie odwzorowują dokładnie ani kształtu, ani wymiarów nasion bobiku.

Dynamiczny rozwój grafiki komputerowej (Foley i in. [2], Kiciak [6]) i metod matematycznego modelowania kształtu (Gielis [3], Gielis i Gerats [4], Mieszkalski [12]) pozwalają na dokładniejsze opracowanie kształtu brył nasion bobiku.

**Celem artykułu jest przedstawienie opracowanego matematycznego modelu kształtu nasion bobiku w zależności od ich wilgotności.**

### METODYKA

Materiałem do badań były nasiona bobiku odmiany Nadwiślański. Losowo wybrano próbkę główną nasion o masie 1000 g, w której oznaczono jedno nasiono (1) o minimalnych i jedno nasiono (2) o maksymalnych wymiarach. Dla każdego progu wilgotności nasion 12,9%, 17,8%, 28,3%, 35,2% i 43,9% z próbki głównej wybierano losowo po 100 nasion określając ich podstawowe wymiary (długość, szerokość, grubość) i wilgotność. Podstawowe wymiary uśredniano. Na podstawie wymiarów średnich nasion dla zakresu wilgotności od 12,9% do 43,9% określono równania regresji współczynnika wzrostu podstawowych wymiarów nasion. W tym samym czasie dla każdego progu wilgotności

nasion z próbki głównej określano podstawowe wymiary dla nasion oznaczonych jako (1) i (2). Po określeniu wymiarów podstawowych nasiona oznaczone (1) i (2) wracały do próbki głównej. Pomiaru długości, szerokości i grubości nasion, dokonano za pomocą suwmiarki z dokładnością do 0,1 mm. Wilgotność nasion określono metodą suszarkowo-wagową.

Opracowano model matematyczny kształtu nasion, wykorzystując do tego celu równania parametryczne, pozwalające dla zadanych wilgotności nasion utworzyć powierzchnie brył, których kształt jest zbliżony do nasion bobiku. Wizualizacji modeli brył dokonano za pomocą programu komputerowego Mathcad.

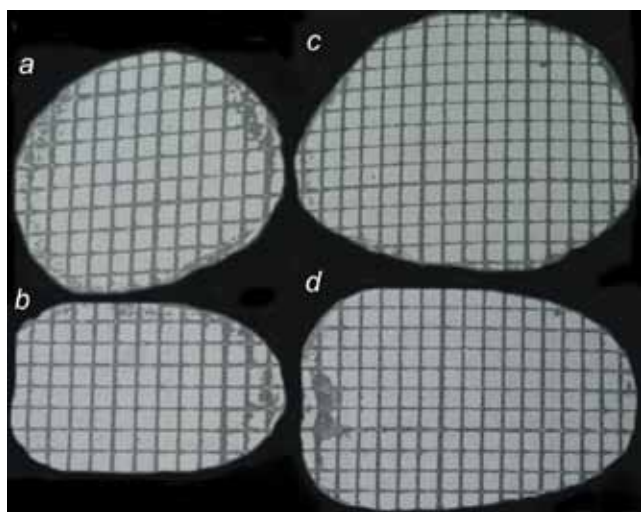
## WYNIKI POMIARÓW

W tabeli 1. podano wyniki minimalnych i maksymalnych podstawowych wymiarów nasion bobiku odmiany Nadwiślański w zależności od wilgotności.

**Tabela 1. Podstawowe wymiary nasion bobiku odmiany Nadwiślański w zależności od wilgotności**  
**Table 1. Basic dimensions of faba bean seed varieties Nadwiślański depending on moisture**

Oznaczenie wymiaru	Wilgotność nasion bobiku (%)				
	12,9	17,8	28,3	35,2	43,9
<b>Wymiary (mm) nasiona bobiku (1)</b>					
Długość (a)	10,1	10,9	11,7	12,5	13,1
Szerokość (b)	9,0	9,5	10,1	10,5	11,2
Grubość (c)	6,8	7,3	7,9	8,4	9,2
<b>Wymiary (mm) nasiona bobiku (2)</b>					
Długość (a)	13,6	14,0	15,1	16,5	17,3
Szerokość (b)	11,9	12,3	13,5	14,1	15,0
Grubość (c)	9,7	10,0	11,3	12,1	12,9

Źródło: Badania własne



**Rys. 1. Fotografie rzutów nasiona bobiku odmiany Nadwiślański (opracowanie własne): a – rzut główny wilgotność 12,9%, b – rzut z góry wilgotność 12,9%, c – rzut główny wilgotność 43,9%, d – rzut z góry wilgotność 43,9%.**

**Fig. 1. Photographs throws the seeds of faba bean varieties Nadwiślański: a - a main moisture 12.9%, b - view from the top moisture 12.9%, c - a main moisture 43.9%, d - view from the top moisture 43.9%.**

Źródło: Opracowanie własne

Przykładową fotografię prostopadłych rzutów nasiona bobiku odmiany Nadwiślański przedstawiono na rysunku 1.

Wyniki analizy regresji współczynnika wzrostu podstawowych wymiarów nasion bobiku odmiany Nadwiślański w zakresie wilgotności nasion od ok.13% do ok. 44% zamieszczono w tabeli 2.

**Tabela 2. Analiza regresji współczynnika wzrostu podstawowych wymiarów nasion bobiku odmiany Nadwiślański w zakresie wilgotności nasion od ok. 13% do ok. 44%**

**Table 2. Regression analysis of the growth coefficient of the basic dimensions of faba bean seeds variety Nadwiślański on moisture seeds from about 13% to about 44%**

Wyszczególnienie	Oznaczenie	Długość	Szerokość	Grubość
Wzór	f(W)	exp(a · w)		
Współczynnik	a	0,008	0,007	0,01
Współczynnik korelacji	k	0,97	0,98	0,93
Średni błąd estymacji	d	0,025	0,269	0,05

Źródło: Opracowanie własne

## MATEMATYCZNY MODEL KSZTAŁTU BRYŁY NASIONA BOBIKU

Równania regresji współczynnika wzrostu podstawowych wymiarów nasion bobiku odmiany Nadwiślański w zależności od ich wilgotności dobrane na podstawie średnich wartości wymiarów nasion mają następującą postać:

$$a(w) = \exp(\alpha d \cdot w) \quad (1)$$

$$b(w) = \exp(\alpha s \cdot w) \quad (2)$$

$$c(w) = \exp(\alpha g \cdot w) \quad (3)$$

Wartości parametrów równań regresji dla nasion bobiku odmiany Nadwiślański zawarto w wektorze 4:

$$\begin{bmatrix} \alpha d \\ \alpha s \\ \alpha g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,007 \\ 0,01 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Wartości wilgotności (%) nasion zamieszczono w wektorze 5:

$$\begin{bmatrix} w1 \\ w2 \\ w3 \\ w4 \\ w5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12,9 \\ 17,8 \\ 28,3 \\ 35,2 \\ 43,9 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Macierzowe równania współrzędnych X, Y, Z punktów powierzchni opisującej kształt bryły nasiona bobiku w zależności od wilgotności mają następującą postać:

$$X_{i,j} = \exp(\alpha d \cdot w) \cdot a \cdot A \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \left[ d \cdot (\cos(\varphi_i))^2 + e \cdot \cos(\vartheta_j) \right] \quad (6)$$



$$Y_{i,j} = \exp(\alpha s \cdot w) \cdot b \cdot B \cdot \sin(\varphi_i) \cdot \sin(\vartheta_j) \cdot \left[ f \cdot (\cos(\varphi_i))^2 \cdot \sin(\varphi_i) + g \cdot \sin(\varphi_i) \right] \quad (7)$$

$$Z_{i,j} = \exp(\alpha g \cdot w) \cdot c \cdot C \cdot \cos(\varphi_i) \quad (8)$$

gdzie:  $\varphi_i = \frac{i \cdot \pi}{N}$  (9)

$$\vartheta_j = \frac{j \cdot 2 \cdot \pi}{N} \quad (10)$$

W wektorze 11 podano liczbę  $N$  południków i równoleżników na powierzchni modelowanego nasiona bobiku, podstawowe wymiary (mm) nasiona ( $a$  - długość,  $b$  - szerokość,  $c$  - grubość) oraz współczynniki kształtu ( $A, B, C, d, e, f, g$ ), a w wektorze 12 zamieszczono zmienne zakresowe ( $i$  - liczba wierszy w macierzy,  $j$  - liczba kolumn w macierzy):

$$\begin{bmatrix} N \\ a \\ b \\ c \\ A \\ B \\ C \\ d \\ e \\ f \\ g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 \\ 10,1 \\ 9 \\ 6,8 \\ 0,89 \\ 0,89 \\ 0,89 \\ 1 \\ 1,5 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \dots N \\ 0 \dots N \end{bmatrix} \quad (12)$$

W celu uzyskania właściwych wymiarów dla modelu nasiona bobiku dokonano skalowania równań 6, 7, 8. Macierzowe równania opisujące kształt nasiona bobiku, którego podstawowe wymiary zależą od wilgotności mają następującą postać:

$$XN = \frac{\exp(\alpha d \cdot w) \cdot a \cdot A}{\max(X) - \min(X)} \cdot X \quad (13)$$

$$YN = \frac{\exp(\alpha s \cdot w) \cdot b \cdot B}{\max(Y) - \min(Y)} \cdot Y \quad (14)$$

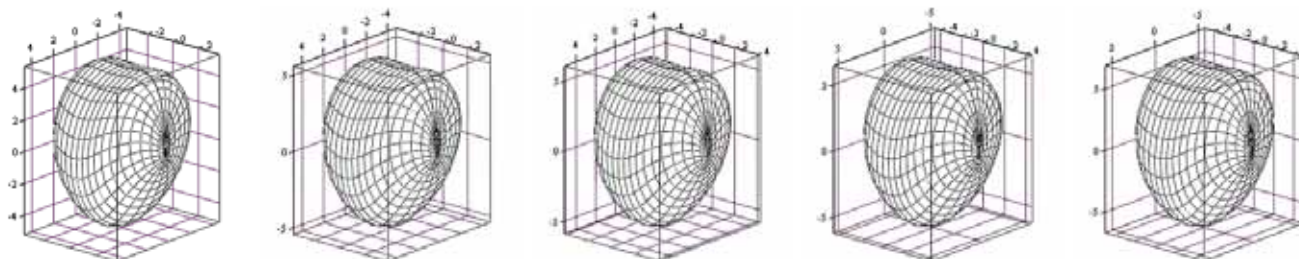
$$ZN = \frac{\exp(\alpha g \cdot w) \cdot c \cdot C}{\max(Z) - \min(Z)} \cdot Z \quad (15)$$

Na rysunku 2 zamieszczono modele 3D nasiona bobiku oznaczonego (1), którego wymiary zależą od wilgotności.

Na rysunku 3 zamieszczono modele 3D nasiona bobiku oznaczonego (2), którego wymiary zależą od wilgotności.

### WERYFIKACJA MODELII KSZTAŁTU BRYŁ NASION BOBIKU

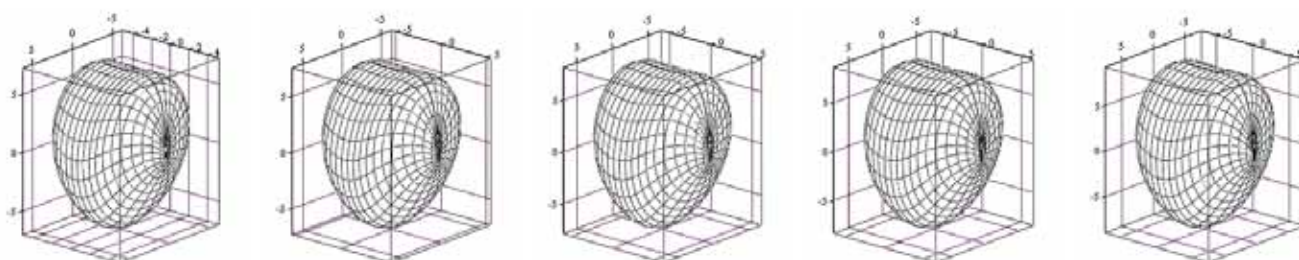
Weryfikacji poddano model matematyczny opisujący kształt i zależne od wilgotności wymiary nasion bobiku. Charakterystycznymi wymiarami weryfikującymi były długość nasiona bobiku, jego szerokość i grubość. Model matematyczny należy uznać za zweryfikowany jeżeli na podstawie dyskretnej powierzchni przestrzennej, opisanej



Rys. 2. Modele 3D nasiona bobiku oznaczonego (1), którego wymiary zależą od wilgotności, kolejno dla: 12,9%; 17,8%; 28,3%; 35,2%; 43,9%.

Fig. 2. 3D models of faba bean seeds labeled (1), the dimensions of which depend on the moisture, each for 12.9%, 17.8%, 28.3%, 35.2%, 43.9%.

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Modele 3D nasiona bobiku oznaczonego (2), którego wymiary zależą od wilgotności, kolejno dla: 12,9%; 17,8%; 28,3%; 35,2%; 43,9%.

Fig. 3. 3D models of faba bean seeds labeled (2), the dimensions of which depend on the moisture, each for 12.9%, 17.8%, 28.3%, 35.2%, 43.9%.

Źródło: Badania własne

proponowanym modelem, będzie możliwe wyznaczenie trzech podstawowych wymiarów nasiona bobiku, a ich wartości są zbliżone do, zależnych od wilgotności, wymiarów pochodzących z pomiarów.

Wyniki weryfikacji modeli nasion bobiku reprezentowanych przez dyskretne powierzchnie przestrzenne zamieszczono w tabeli 3.

**Tabela 3. Wyniki weryfikacji podstawowych wymiarów nasion bobiku odmiany Nadwiślański zależnych od wilgotności nasion określonych na podstawie modelu matematycznego i odniesionych do wymiarów pochodzących z pomiarów (tabela 1)**

**Table 3. The results of the verification of the basic dimensions of faba bean seed varieties Nadwiślański dependent on moisture content determined on the basis of a mathematical model and referenced to dimensions originating in from the measurements (Table 1)**

Wilgotność nasion (%)	Wymiary nasion określone na podstawie modelu matematycznego (mm)			Błąd względny odniesiony dla wymiaru nasiona (%)		
	a	b	c	a	b	c
<b>Nasiono bobiku (1) o minimalnych wymiarach</b>						
12,9	10,0	8,8	6,9	1,0	2,2	- 1,5
17,8	10,4	9,1	7,2	4,6	4,2	1,4
28,3	11,3	9,8	8,0	3,4	3,0	- 1,3
35,2	11,9	10,2	8,6	4,8	2,9	- 2,4
43,9	12,8	10,9	9,4	2,3	2,7	- 2,2
<b>Nasiono bobiku (2) o maksymalnych wymiarach</b>						
12,9	13,4	11,6	9,8	1,5	2,5	- 1,0
17,8	14,0	12,0	10,3	0	2,4	- 3,0
28,3	15,2	12,9	11,5	- 0,7	4,4	- 1,8
35,2	16,0	13,5	12,3	3,0	4,3	- 1,7
43,9	17,2	14,4	13,4	0,6	4,0	- 3,9

Źródło: Badania własne

Z wyników zawartych w tabeli 3 wynika, że powierzchnia przestrzenna wyznaczona według proponowanego modelu matematycznego przechodzi przez punkty określające podstawowe wymiary nasion bobiku z błędem względnym zawierającym się w przedziale od - 3,9% do 4,8%. Proponowany model matematyczny został zweryfikowany i można go stosować do opisu kształtu i wymiarów nasion bobiku zależnych od wilgotności (od 13 do 44%).

## WNIOSKI

- Opracowany model matematyczny opisany parametryczną powierzchnią przestrzenną może służyć do reprezentowania brył 3D podobnych pod względem kształtu i podstawowych wymiarów do nasion bobiku odmiany Nadwiślański, których wilgotność się zmienia w przedziale od ok. 13% do ok. 44%.
- W proponowanym modelu matematycznym przez zmianę wartości wilgotności uzyskuje się zależne od niej wymiary długości, szerokości i grubości nasion bobiku, a przez zmianę wartości parametrów sterujących (wektor 11) można wygenerować podobne pod względem kształtu i podstawowych wymiarów bryły w ramach *Vicia faba* var. minor.

## LITERATURA

- FLIS M., ZDUŃCZYK Z., SOBOTKA W. 1996. *Możliwości zwiększenia przydatności paszowej bobiku i lubinu poprzez obłuskanie nasion*. Postępy Nauk Rolniczych, 5: 104-114.
- FOLEY J. D., VAN DAM A., FEINER S. K., HUGHES, J. F., PHILLIPS R. L. 2001. Wprowadzenie do grafiki komputerowej. WNT, Warszawa, ISBN 83-204-2662-6.
- GIELIS J. 2003. *A generic geometric transformation that unifies a wide range of natural, and abstract shapes*. American Journal of Botany, 90(3), 333-338.
- GIELIS J., GERATS T. 2004. A botanical perspective on modeling plants and plant shapes in computer graphics. International Conference on Computer, Communication and Control Technologies. Austin, Texas.
- GRZESIUŁ S., KULKA K. 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa.
- KICIAK P. 2000. Podstawy modelowania krzywych i powierzchni. Zastosowania w grafice komputerowej. WNT, Warszawa, ISBN 83-204-2464-X.
- ŁYSIAK G., LASKOWSKI J. 2004. *Investigation of mechanical properties of faba bean for grinding behavior prediction*. Acta Agrophysica, 4(3), 753-762.
- MIESZKALSKI L. 1991. Określenie kształtu i prostopadłych rzutów powierzchni nasion bobiku. Acta Academiae Agriculturae Ac Technice Olstenensis, Aedificatio et Mechanica, Nr 22. Wydawnictwo ART. Olsztyn, 57-69.
- MIESZKALSKI L. 1993. Studia nad procesem obłuskiwania nasion bobiku. Acta Academiae Agriculturae Ac Technice Olstenensis, (444), Agricultura Nr 56, Supplementum A. Rozprawa habilitacyjna). Wydawnictwo ART. Olsztyn.
- MIESZKALSKI L., LEWANDOWSKI R. 1996. *Modelowanie bryły nasiona bobiku na potrzeby matematycznego opisu procesu obłuskiwania*. Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych, z 443, 255-263.
- MIESZKALSKI L. 1999. Matematyczne modelowanie procesu obłuskiwania nasion. Rozprawy i monografie. Nr 15. Wydawnictwo ART. Olsztyn.
- MIESZKALSKI L. 2011. *Metoda matematycznego modelowania kształtu bryły ziarna pszenicy za pomocą parametrycznej krzywej przestrzennej i czterowęzłowej siatki*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 41-45.
- PODLEŚNY J. 2006. *Przydatność siewu punktowego w uprawie wybranych gatunków roślin strączkowych*. Inżynieria Rolnicza. Nr 13, 385-392.
- SZOT B. 1987. *Przegląd stosowanych statycznych metod badania właściwości mechanicznych roślin i plodów rolnych*. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych, 320.

Mgr inż. Anna MIESZKALSKA  
Dr hab. inż. Dariusz PIOTROWSKI  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji – Wydział Nauk o Żywności  
SGGW w Warszawie

## WYKORZYSTANIE MODELI BARWY DO OCENY SUSZONYCH SUROWCÓW ROŚLINNYCH®

### The use of colour models to assess dried plant materials®

**Słowa kluczowe:** barwa, modelowanie, barwa surowców roślinnych, jakość żywności.

*Kolor jest istotną cechą postrzeganą przez konsumenta decydującą o ogólnej percepcji produktu. Jakość suszonych surowców roślinnych może być oceniona na podstawie zmian parametrów barwy. W artykule opisano instrumentalny pomiar barwy oraz przedstawiono przykłady metod wykorzystywanych do opisu kinetyki parametrów barwy suszonych surowców roślinnych, między innymi równania reakcji oraz sztuczne sieci neuronowe. Ze względu na różne systemy pomiarowe a także badanie wielu różnych parametrów dotyczących barwy, istnieją trudności w porównaniu wyników badań. W związku z tym zachodzi konieczność ujednoczenia systemu pomiarowego w celu porównywania otrzymanych wyników. Tworzenie modeli opisujących zmiany barwy podczas procesu suszenia jest drogą do optymalizacji procesu.*

#### Wykaz oznaczeń:

$L^*$  – jasność w systemie CIE  $L^*a^*b^*$ ,  
 $a^*$  – parametr barwy od czerwonej do zielonej w systemie CIE  $L^*a^*b^*$ ,  
 $b^*$  – parametr barwy od żółtej do niebieskiej w systemie CIE  $L^*a^*b^*$ ,  
 $C^*$  – nasycenie,  $h^*$  – ton barwy,  
 $\Delta E^*$  – bezwzględna różnica barwy,  
 $BI$  – brunatnienie,  
 $L$  – jasność w systemie Hunter  $Lab$ ,  
 $a$  – parametr barwy od czerwonej do zielonej w systemie Hunter  $Lab$ ,  
 $b$  – parametr barwy od żółtej do niebieskiej w systemie Hunter  $Lab$ .

## WROWADZENIE

Kolor jest pierwszą cechą postrzeganą przez konsumenta, decydującą o ogólnej percepcji całego wyrobu [9]. Zmiany parametrów barwy mogą stanowić wskaźnik innych zmian np. żywieniowych czy teksturalnych, które zaszły w produkcji podczas jego przetwarzania [8]. Na przykład pomiar zmian jasności barwy wskazuje na zmiany w budowie wewnętrznej ekstrudatu [19].

Właściwości optyczne surowców roślinnych mogą zmieścić się znacznie na skutek suszenia. Wynika to ze zmian fizycznych i chemicznych, jakie zachodzą podczas tego procesu. Rozpatrywane zmiany są spowodowane koncentracją pigmentu na skutek utraty wody, degradacją bawników,

**Key words:** colour, modelling, plant materials colour, food quality.

*Colour is an important quality attribute for consumer and it influences his preferences. Colour changes indicate quality changes of dried plant materials. In this review instrumental colour measurement was described. Different approaches applied to model colour of dried plant materials were also presented, like reaction mechanisms, neural networks and others. Colour measurements are often based on different measurement systems and many colour parameters, making it difficult to compare results. There is a need for standardization in measuring system to improve the traceability of measurements. Colour change models can help to optimize drying process.*

procesem brązowienia, wymianą gazów [13]. Na skutek suszenia zmianie ulegają wszystkie parametry barwy, a intensywność zachodzących zmian jest zależna m.in. od temperatury suszenia, czasu suszenia i rodzaju surowca [32]. Uzyskanie suszu o pożądanym przez konsumentów kolorze wymaga stosowania takich parametrów suszenia i sposobu przygotowania surowca, które pozwolą zminimalizować wiele niekorzystnych reakcji (np. rozpad chlorofilu, karotenoidów, nieenzymatyczne brązowienie, utlenianie kwasu L-askorbinowego) przyczyniających się do pogarszania barwy.

Niekorzystne zmiany wartości odżywczej są trudne do określenia – wymagają zastosowania kosztownych i długotrwałych metod ilościowej analizy chemicznej. Szybszą metodą oceny jest pomiar cech fizycznych metodami instrumentalnymi, wśród których barwa odgrywa istotną rolę.

**Celem artykułu jest zaprezentowanie modeli stosowanych do opisu barwy i przedstawienie przykładów ich wykorzystania w opisie suszonych surowców roślinnych.**

## PRZESTRZENIE BARW

Kolor może być opisywany przez szereg przestrzeni barw [12, 20, 28, 31]. Niektóre z najpopularniejszych przestrzeni barw to Hunter  $Lab$ , CIE  $L^*a^*b^*$  (określanych również jako CIE LAB), CIE XYZ, CIE  $L^*u^*v^*$ , CIE  $Yxy$  i CIE  $LCH$ . System CIE XYZ był pierwszym systemem zdefiniowanym matematycznie przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową CIE (fr. *Commission Internationale de l'Eclairage*) w 1931 roku. Barwa w tym systemie jest opisana przez współrzędne

$X, Y, Z$  [31,42,46]. Przestrzeń barw Hunter  $L a b$  została stworzona w 1948 roku, a jej modyfikację CIE  $L^*a^*b^*$  znormalizowano w 1976 przez CIE.

W systemie CIE  $L^*a^*b^*$  jest możliwe określenie jasności obrazu za pomocą parametru  $L^*$  (od 0 – czarny do 100 – biały), chromatyczności za pomocą parametrów:  $a^*$  (od -60 (zielony) do +60 (czerwony) oraz  $b^*$  od -60 (niebieski) do +60 (żółty) [10, 51]. Parametr  $a^*$  ma dodatnie wartości dla odcieni barwy czerwonej i ujemne dla odcieni barwy niebieskiej. Parametr  $b^*$  ma dodatnie wartości dla odcieni barwy żółtej i ujemne dla odcieni barwy niebieskiej. Parametr  $L^*$  określa jasność w skali szarości od barwy czarnej do białej [23].

Nasycenie ( $C^*$ ) przyjmuje wartości od 0 (w środku układu współrzędnych) i wzrasta w miarę oddalania się od środka. Im wyższa wartość nasycenia, tym większa intensywność barwy. Nasycenie oblicza się z poniższego wzoru [7, 34]:

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

Parametr barwy określany jako ton barwy ( $h^*$ ) reprezentuje stopnie od  $0^\circ$  (czerwony), przez  $90^\circ$  (żółty),  $180^\circ$  (zielony),  $270^\circ$  (niebieski), do  $360^\circ$  (czerwony). Ton barwy ( $h^*$ ) obliczamy z poniższego wzoru [7, 34]:

$$h^* = \text{artg}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

Stosowanie systemu CIE  $L^*a^*b^*$  umożliwia także wyliczanie bezwzględnej różnicy barwy ( $\Delta E$ ) [2, 4, 24, 30, 35, 37, 49, 50]. Bezwzględną różnicę barwy ( $\Delta E^*$ ) wylicza się z poniższego wzoru [7, 34]:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

gdzie:  $\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$  – wskaźniki różnicy barw powierzchni badanych próbek przed obróbką i po obróbce.

Bezwzględna różnica barw może być bardzo znaczna ( $\Delta E > 3$ ), znaczna ( $1.5 < \Delta E < 3$ ) lub mała ( $1.5 < \Delta E$ ) [1].

Przestrzeń barw Hunter  $L a b$  jest podobna do przestrzeni CIE  $L^*a^*b^*$ , jednak wyniki pomiarów w tych systemach nie pokrywają się. W systemie Hunter  $Lab$  jest możliwość określenia tych samych parametrów, a symbole tych parametrów to odpowiednio  $L, a, b$ .

Bazując na współrzędnych systemu CIE  $L^*a^*b^*$  lub współrzędnych systemu CIE  $XYZ$ , można wyznaczyć brunatnienie ( $BI$ ) [36, 37, 40, 45]:

$$BI = 100 \times \frac{X - 0,31}{0,17} \quad (4)$$

$$\text{gdzie: } X = \frac{(a^* + 1,75L^*)a^*}{(5,645L^* + a^* - 3,012b^*)} \quad (5)$$

## INSTRUMENTALNY POMIAR BARWY

Przyrządy służące do pomiarów współczynników przepuszczania (transmisji)  $T$  lub odbicia (reemisji)  $R$  należą do dwóch zasadniczych grup [10]. Do pierwszej należą trójbódcowe filtrowe kolorymetry i fotokolorymetry. Drugą

stanowią dokładniejsze spektrokolorymetry. W instrumentalnych pomiarach wykorzystuje się różnego rodzaju systemy barwy najczęściej w postaci punktu o trzech współrzędnych. Na podstawie rozkładu widma promieniowania, które zostało odbite od próbki, program obsługujący urządzenie wylicza współrzędne barwy określone w systemie barwy np.  $XYZ$  przy wcześniej ustalonym standardowym kątowym polu widzenia ( $10^\circ$  i  $2^\circ$ ) i iluminacji ( $D65, C, A$ ). Na podstawie tych trzech składowych istnieje możliwość wyliczenia innych systemów barwy, np. CIE  $L^*C^*h$  [31].

W 1931 roku utworzono układ kolorymetryczny dla pola widzenia  $2^\circ$  przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową CIE (fr. *Comission Internationale de l'Eclairage*). W 1964 roku utworzono drugi układ kolorymetryczny, dla pola widzenia  $10^\circ$  przez CIE, który jest bardziej zbliżony do widzenia przez ludzkie oko niż układ ustalony dla pola widzenia  $2^\circ$ . Programy komputerowe do analizy obrazu umożliwiają porównanie danych uzyskanych w czasie pomiaru barwy dla pola widzenia  $2^\circ$  z danymi uzyskanymi dla pola widzenia  $10^\circ$  przez ich przekonwertowanie [10].

## PRZYKŁADY METOD OPISUJĄCYCH KINETYKĘ PARAMETRÓW BARWY SUSZONYCH SUROWCÓW ROSLINNYCH

Modelowanie kinetyczne może być wykorzystane do przewidzenia zmian koloru owoców i warzyw w czasie suszenia. Zmiany, jakie wpływają na barwę suszonych surowców, to destrukcja pigmentu, oksydacja, brązowienie enzymatyczne, brązowienie nieenzymatyczne i polimeryzacja fenoli [5, 16].

Aby opisać zmianę barwy żywności jako funkcję czasu zaproponowano wiele równań [3, 4, 11, 14, 15, 36]. Do opisu jakości produktu proponuje się równanie matematyczne:

$$\frac{dc}{dt} = -kc^n \quad (6)$$

gdzie:  $k$  – współczynnik reakcji,  
 $c$  – koncentracja czynnika określającego jakość w czasie  $t$ ,  
 $n$  – stopień reakcji.

Dla wielu produktów żywnościowych zależność danych charakteryzujących ich jakość w zależności do upływającego czasu, jest opisana równaniem reakcji zerowego lub pierwszego rzędu [4, 37, 38, 39, 55, 56].

$$C = C_0 \pm k_0 t \quad (7)$$

$$C = C_0 \exp(\pm k_1 t) \quad (8)$$

gdzie:  $C_0$  – początkowa wartość barwy,  
 $C$  – wartość barwy po pewnym czasie,  
 $t$  – czas suszenia (min),  
 $k_0$  – stała w równaniu zerowego rzędu ( $\text{min}^{-1}$ ),  
 $k_1$  – stała w równaniu pierwszego rzędu ( $\text{min}^{-1}$ ).

Sposób suszenia i rodzaj suszonego materiału ma wpływ na kinetykę barwy podczas procesu suszenia. W tabeli 1 zestawiono badania, jakie wykonuje się, aby zbadać kinetykę parametrów barwy. Jak wynika z przedstawionych danych,

Tabela 1. Modele kinetyki barwy wybranych surowców roślinnych  
Table 1. Colour kinetics models of selected plant materials

Parametry barwy Colour parameters	Materiał Plant material	Sposób suszenia Drying method	Parametry procesu Operating conditions	Model / rząd równania reakcji Model / order kinetics reaction	Autorzy References
$a^*, b^*, \Delta E^*, \Delta C^*$	marchew	suszenie fluidyzacyjne	60, 70, 80, 90°C	pierwszego rzędu	Zielińska i Markowski 2012 [54]
$L, b, C, BI$ $\Delta E, a, h$	bambus	mikrofalowe	140, 210, 280 i 350 W	pierwszego rzędu zerowego rzędu	Bal i in. 2011 [6]
$L, a, b$	liściokwiat garbnikowy	konwekcyjne	60°C	zerowego rzędu	Gupta i in., 2011 [25]
$\Delta E$ $L \cdot b$	chlebowiec różnolistny	konwekcyjne	50, 60, 70°C 2,0 m/s	zerowego rzędu pierwszego rzędu	Saxena i in. 2010 [48]
$L, \Delta E, h$ $a, b, C, BI$	bazylija	mikrofalowe	180, 360, 540, 720, 900 W	zerowego rzędu pierwszego rzędu	Demirhan i Ozbek 2009 [17]
$L, b, C$ $\Delta E, a, BI$	kiwi	konwekcyjne	40 - 80°C 1,0 m/s	pierwszego rzędu zerowego rzędu	Mohammadi i in. 2008 [39]
$L, b, BI$ $\Delta E, a, h$	szpinak	mikrofalowe	180, 360, 540, 720, 900 W	pierwszego rzędu zerowego rzędu	Dadali i in. 2007 [14]
$L, b, BI, C$ $\Delta E, a, h$	piżmian jadalny	mikrofalowe	180 – 900 W	zerowego rzędu pierwszego rzędu	Dadali i in. 2007 [15]
$\Delta E$ $L, a, b, C, h$	truskawki	próżniowe	50 - 60°C 5 kPa	zerowego rzędu pierwszego rzędu	Piotrowski i Chodyn-Semczuk 2006 [43]
$L^*, a^*, b^*$	papryka wysycana kwasem cytrynowym	sublimacyjne	10-60°C	pierwszego rzędu	Polak i Rudy 2005 [44]
$a, b$	jabłka, banany, ziemniaki, marchew	konwekcyjne próżniowe mikrofalowe i konwekcyjne sublimacyjne osmotyczne	–	piewszego rzędu	Krokida i in. 2001 [32]
$\Delta E, L, b$ $a$	kiwi	konwekcyjne mikrofalowe	60°C, 1,29 m/s 210 W	piewszego rzędu zerowego rzędu	Maskan 2001 [37]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie cytowanych autorów  
Source: Own elaboration on the basis of the quoted authors

zmianę parametrów barwy opisuje się równaniem reakcji pierwszego lub zerowego rzędu.

Maskan [37] opisał kinetykę zmiany barwy owoców kiwi podczas suszenia konwekcyjnego, mikrofalowego i konwekcyjno-mikrofalowego. Wykazał, iż podczas suszenia wartości parametru  $L$  i  $b$  malały, natomiast wartości  $a$  i  $\Delta E$  rosły. Badania wykazały, iż suszenie mikrofalowe miało większy wpływ na zmianę koloru suszonego kiwi niż suszenie konwekcyjne. Parametr  $a$  w czasie suszenia zmienił się od wartości ujemnych reprezentujących barwę zieloną do wartości dodatnich reprezentujących barwę czerwoną, natomiast parametr  $b$  pozostał w obszarze wartości dodatnich. Kinetykę zmiany parametrów  $L$  i  $b$  dla suszenia konwekcyjnego opisano za pomocą równania zerowego i pierwszego rzędu, natomiast kinetykę zmiany wartości  $a$  i  $\Delta E$  dla suszenia konwekcyjnego oraz kinetykę zmiany barwy dla suszenia mikrofalowego opisano równaniem reakcji pierwszego rzędu.

Dadali i in. [15] badali wpływ suszenia mikrofalowo-konwekcyjnego na kinetykę zmiany barwy szpinaku. Badania

były prowadzone w przestrzeni barw Hunter *Lab*. Autorzy wykazali, iż wartości  $L, a, b, \Delta E, C, h, BI$  zależą od zastosowanej mocy mikrofal. Wartości  $\Delta E, C, BI$  i  $a$  wzrastały w miarę zwiększania mocy promieniowania mikrofalowego i czasu suszenia. Wartości  $L, b$  i  $h$  malały w miarę zwiększania mocy mikrofal i czasu suszenia. Parametr  $b$  pozostał w obszarze wartości dodatnich, natomiast parametr  $a$  pozostał w obszarze wartości ujemnych. Parametr  $BI$  wzrastał w miarę zwiększania mocy mikrofal. Demirhan i Ozbek [17] badali wpływ mocy mikrofal dla bazylii na kinetykę dla następujących parametrów:  $L, a, b, \Delta E, C, BI$ . Wartości  $L, b, h$  i  $C$  malały w czasie, natomiast takie wartości, jak:  $BI, a, \Delta E$ , wzrastały w miarę wydłużania czasu suszenia, jak również zwiększania mocy promieniowania mikrofalowego. Bal i in. [6] zbudowali matematyczny model kinetyki barwy plasterków bambusa suszonego z wykorzystaniem mikrofal. Podczas procesu suszenia wartości  $L$  i  $b$  malały, natomiast wartości  $a$  i  $\Delta E$  rosły. Parametry  $a$  i  $b$  pozostały w obszarze wartości dodatnich. Dadali i in. [14] ustalili, że podczas suszenia

piżmianu jadalnego wartości  $L$ ,  $b$ ,  $C$  i  $h$  malały w miarę wydłużania czasu suszenia i mocy mikrofal, natomiast parametr barwy  $a$ ,  $\Delta E$  i  $BI$  rosły w miarę wydłużania czasu suszenia i mocy mikrofal. Suszenie odbywało się dla następujących mocy mikrofal: 180, 360, 540, 720 i 900 W. Zmiana wartości parametrów  $L$  i  $b$  w czasie odpowiada równaniu zerowego rzędu, podczas gdy zmiana wartości  $\Delta E$  odpowiada równaniu reakcji pierwszego rzędu. Zmiana wartości  $C$  i  $BI$  w czasie odpowiada równaniu pierwszego rzędu, natomiast kinetyka wartości  $h$  równaniu zerowego rzędu.

Dla plastrów kiwi suszonych konwekcyjnie wartości  $L$ ,  $b$ ,  $C$  i  $h$  zmalały, natomiast parametry  $a$ ,  $\Delta E$  i  $BI$  wzrastały w miarę jak rosła temperatura suszenia. Parametr  $a$  w czasie suszenia zmienił się od wartości ujemnych reprezentujących barwę zieloną do wartości dodatnich reprezentujących barwę czerwoną, natomiast parametr  $b$  pozostał w obszarze wartości dodatnich [39]. Gupta i in. [25] badali wpływ metody blanszowania na zachowanie parametrów barwy po suszeniu liściokwiatu garbnikowego. Suszeniu konwekcyjnemu w temperaturze 60°C przy prędkości powietrza 1,2 m/s poddano próbę kontrolną, próbę blanszowaną w wodzie, próbę blanszowaną w 3% roztworze soli, próbę blanszowaną w 0,3% roztworze pirosiarczanu potasu. Blanszowanie próbek prowadzono przez 3 min w temperaturze 80°C. Proces suszenia spowodował spadek wartości parametrów barwy  $L$  i  $b$  oraz wzrost wartości parametru barwy  $a$ . Badania pokazały, iż najmniejsze zmiany parametrów barwy zachodzą dla próby poddanej blanszowaniu w 0,3% roztworze pirosiarczanu potasu. Saxena i in. [48] badali kinetykę degradacji koloru dla plastrów owocu chlebowca różnolistnego (łac. *Artocarpus heterophyllus*) podczas suszenia strumieniem gorącego powietrza w temperaturze 50, 60 i 70°C. Plastry owoców suszono z prędkością powietrza 2 m/s. Czas suszenia wynosił 10 h do uzyskania wilgotności 6-10%. Pomiar barwy odbywał się co 60 min za pomocą kolorymetru. Wartości  $L$  i  $b$  zmalały, natomiast wartości  $a$  wzrosły podczas suszenia. Autorzy zastosowali wskaźnik barwy  $L \cdot b$  w celu opisu efektu suszenia na degradację koloru. Wskaźnik barwy  $L \cdot b$  został opisany równaniem reakcji pierwszego rzędu. Dla temperatury 50, 60 i 70°C spadek wskaźnika  $L \cdot b$  wyniósł odpowiednio 51,5%, 67,1% i 77,8% po 10 godzinach suszenia. Zastosowany wskaźnik pokazał, iż większe zmiany barwy owoców następowały przy suszeniu w wyższej temperaturze.

Zielińska i Markowski [54] suszyli marchew w suszarce fluidyzacyjnej w temperaturze 60, 70, 80 i 90°C. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dla marchwi zmiana koloru uzależniona była od temperatury suszenia. Zmianę wartości  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$  i  $\Delta C^*$  opisano za pomocą równania pierwszego rzędu. Polak i Rudy [44] zbadali wpływ warunków sublimacyjnego suszenia i wysycania papryki kwasem cytrynowym na przebieg zmian współrzędnych chromatycznych barwy ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Autorzy stwierdzili, iż głównym czynnikiem determinującym zmiany jasności, tonu barwy i nasycenia barwy jest temperatura płyt liofilizatora. Najmniejszą całkowitą zmianą barwy charakteryzował się susz uzyskany w najniższej temperaturze (10°C), natomiast największą susz uzyskany w temperaturze 60°C. Badane wartości ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) autorzy opisali równaniem pierwszego rzędu.

Krokida i in. [32] wykazali, że metoda suszenia ma istotny wpływ na parametry barwy. Autorzy suszyli jabłka, banany, ziemniaki oraz marchew pięcioma różnymi metodami. Konwekcyjne suszenie było prowadzone w temperaturze 70°C, suszenie próżniowe w temperaturze 70°C przy ciśnieniu 33 mbar (3,3 kPa). Zastosowano również suszenie mikrofalowo – konwekcyjne, polegające na wstępnej obróbce mikrofalowej przez 1 min przy mocy 810 W, a następnie suszenie konwekcyjne w temperaturze 70°C. Materiał do suszenia sublimacyjnego był mrożony w temperaturze -35°C przez 48 h, hartowany przez godzinę w ciekłym azocie, a następnie suszony sublimacyjnie. Kolejną metodą było zastosowanie odwadniania osmotycznego przed suszeniem konwekcyjnym. Próbkę odwadniano w 50% roztworze sacharozy w temperaturze 40°C, a następnie suszono w temperaturze 70°C. Wyniki badań wykazały, iż parametry barwy są najbardziej stabilne przy suszeniu konwekcyjnym z zastosowaniem wcześniejszego odwadniania osmotycznego i sublimacyjnego.

Badano również wpływ temperatury na parametry barwy ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ) truskawek odmiany Senga Senga suszonych próżniowo. Badania przeprowadzono dla temperatury 50, 60 i 70°C przy ciśnieniu 5 kPa. Barwę badano w systemie Hunter Lab. Autorzy stwierdzili, iż im dłuższy czas suszenia i temperatura suszenia, tym większej zmianie uległy parametry barwy badanych truskawek. Wartości parametrów  $a$  i  $b$  malały w miarę zwiększania temperatury i czasu suszenia, pozostały jednak w obszarze wartości dodatnich, malały również wartości  $h$  i  $C$ , a rosły wartości parametru  $\Delta E$ . Zmiany wartości  $L$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $h$  i  $C$  przebiegały zgodnie z równaniem reakcji pierwszego rzędu, natomiast zmiany wartości  $\Delta E$  przebiegały zgodnie z równaniem reakcji zerowego rzędu [43].

Inną metodą do określania zmian barwy są sztuczne sieci neuronowe (SNN), które są ogólną nazwą struktur matematycznych realizujących obliczenia poprzez rzędy elementów zwane neuronami. SNN są systemem imitującym zachowanie mózgu [22, 26].

Zenoozian i in. [52] wykorzystali sieci neuronowe, aby przewidzieć bezwzględną różnicę barwy ( $\Delta E$ ) osmotycznie odwodnionej i suszonej strumieniem gorącego powietrza dyni. Model ten był dokładniejszy od stosowanych wcześniej modeli empirycznych. Zeonozian w kolejnej pracy [53] wykorzystał sieci neuronowe i impulsowe sieci neuronowe do zamodelowania zmiany zawartości wilgoci, deformacji produktu i bezwzględnej różnicy barwy ( $\Delta E$ ) osmotycznie odwadnianej dyni podczas procesu suszenia gorącym powietrzem.

Sarimeseli i in. [47] badali wpływ mocy mikrofal oraz masy próbki tymianku na parametry barwy, przebieg procesu suszenia i charakterystykę rehydratacji. Badania przeprowadzono dla mocy mikrofal w zakresie 180-900 W oraz masy próbki poddanej suszeniu od 25 do 100 g. Dane otrzymane z eksperymentu zostały wykorzystane w modelu opartym na systemie sieci neuronowych. Model przewiduje wartości  $L$ ,  $a$ ,  $b$  i  $C$  dla próbek po procesie suszenia. Di Scala i in. [18] badali efekt suszenia strumieniem gorącego powietrza m.in. na kolor suszonych jabłek. Autorzy wykorzystali algorytmy genetyczne w celu przewidzenia wartości  $a$ ,  $b$ ,  $L$  i  $\Delta E$ . Model posłużył także do doboru najkorzystniejszych warunków suszenia.

Metoda powierzchni odpowiedzi (ang. *Responce Surface Methodology, RSM*) jest wykorzystywana do opisu zmiany barwy surowców roślinnych pod wpływem procesu suszenia. Metoda powierzchni odpowiedzi została zaproponowana przez Boxa i Wilsona [41]. Jest to jedna z częściej stosowanych metod metamodelowania, wykorzystywanych do rozwiązania problemów wielokryterialnych. Metoda powierzchni odpowiedzi pozwala znaleźć związek między jedną lub kilkoma wartościami wejściowymi i wyjściowymi. Pozwala ona na uzyskanie statystycznie akceptowalnych wyników przy ograniczonej liczbie eksperymentów [29].

Kumar i in. [33] wykorzystali metodę powierzchni odpowiedzi do zbadania wpływu parametrów suszenia (mocy mikrofal, temperatury i szybkości przepływu powietrza) na jakość suszonego piżmianu jadalnego, a także w celu zoptymalizowania warunków suszenia w odniesieniu do jakości suszu i zużycia energii podczas procesu. Jednym z badanych wyróżników jakości była barwa. Autorzy mierzyli wartości  $L$ ,  $a$ ,  $b$  i  $\Delta E$ .

Metoda powierzchni odpowiedzi (ang. *RSM*) została wykorzystana w celu dobrania optymalnych parametrów suszenia (temperatury, współczynnika cyrkulacji i grubości próbki) w odniesieniu do cech jakościowych buraka, między innymi minimalnej bezwzględnej różnicy barwy ( $\Delta E$ ). Barwa próbki była mierzona w skali Hunter *Lab*. W celu dopasowania danych został wykorzystany wielomian kwadratowy. Na bezwzględną różnicę barwy ( $\Delta E$ ) miały wpływ temperatura i grubość próbki, co może być spowodowane degradacją czerwonego pigmentu pod wpływem temperatury [21].

Wpływ mocy mikrofal (2400 – 4000 W) i czas suszenia (10 – 13 min) na jakość suszonej kurkumy badano w odniesieniu do wyróżników jakości, między innymi barwy w skali Hunter *Lab*. Kurkumę suszono w suszarce wykorzystującej próżnię i mikrofałe przy różnej mocy mikrofal (2400, 3200 i 4000 W) i przy różnych czasach suszenia (10, 20, 30 min). W celu zoptymalizowania warunków suszenia zastosowano metodę powierzchni odpowiedzi. Wyniki analizy pokazały, iż najlepsza jakość dla badanych parametrów została osiągnięta przy wysokiej mocy mikrofal (3500 – 4000 W) i długim czasie suszenia (27 – 30 min) [27].

## PODSUMOWANIE

Modele zmiany barwy podczas procesu suszenia pozwalają tak dobrać parametry procesu suszenia, aby zachować barwę jak najbardziej zbliżoną do wzorca jakim jest zwykle surowiec przed suszeniem.

Obecnie najczęściej do opisu zmiany barwy są wykorzystywane równania reakcji pierwszego lub drugiego rzędu. Niektórzy autorzy wykorzystują także sieci neuronowe oraz metodę powierzchni odpowiedzi. Kinetyczne modele matematyczne są tworzone dla każdego eksperymentu oddzielnie, natomiast metoda powierzchni odpowiedzi pozwala na ograniczenie liczby eksperymentów. Sieci neuronowe pozwalają zamodelować jednocześnie zakres eksperymentów. Przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych istnieje możliwość dobrania optymalnych warunków suszenia dla kilku czynników jednocześnie.

Sztuczne sieci neuronowe pozwalają zamodelować proces suszenia surowców roślinnych z większą dokładnością niż modele kinetyczne.

Przeгляд literatury dotyczącej badania kinetyki zmiany barwy ujawnia trudności w porównywaniu wyników badań ze względu na różne systemy pomiarowe i badanie różnych współczynników. W prezentowanych pracach badano parametry  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  oraz parametry  $L$ ,  $a$  i  $b$  w systemie Hunter *Lab*. Badane były także parametry  $C$  i  $h$ . Obliczano wartości  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  i  $BI$ . Przegląd literatury wskazuje na konieczność ujednoczenia systemu pomiarowego w celu porównywania wyników badań.

Przebieg krzywej przedstawiającej kinetykę zmiany parametrów barwy podczas procesu suszenia zależy od rodzaju surowca poddawanego suszeniu, sposobu suszenia oraz temperatury suszenia.

Tworzenie modeli opisujących zmiany barwy podczas procesu suszenia jest drogą do optymalizacji procesu.

## LITERATURA

- [1] ADEKUNTE A., TIWARI B., CULLEN P., SCANNELLA., O'DONNELL C. 2010. *Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice*. Food Chemistry, 122 (3), 500-507.
- [2] AHMED J., SHIVHARE U.S., RAGHAVAN G.S.V. 2001. *Color degradation kinetics and rheological characteristics of onion puree*. Transactions of ASAE, 44 (1), 95-98.
- [3] AHMED J., KAUR, A., SHIVHARE, U. 2002. *Colour degradation kinetics of spinach, mustard leaves and mixed puree*. Journal of Food Science, 67 (3), 1088-1091.
- [4] AVILA I.M.L.B., SILVA C.L.M. 1999. *Modelling kinetics of thermal degradation of colour of peach puree*. Journal of Food Engineering, 39 (2), 161-166.
- [5] BAHLOUL N., BOUDHRIOUA N., KOUHILA M., KECHAOU N. 2009. *Effect of convective solar drying on colour, total phenols and radical scavenging activity of olive leaves (Olea europaea L.)*. International Journal of Food Science & Technology, 44 (12), 2561-2567.
- [6] BAL L.M., KAR A., SATYA S., NAIK S. N. 2011. *Kinetics of colour change of bamboo shoot slices during microwave drying*. International Journal of Food Science & Technology, 46 (4), 827-833.
- [7] BARREIRO J., MILANO M., SANDOVALA. 1997. *Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment*. Journal of Food Engineering, 33 (3-4), 359-371.
- [8] BILLER E., EKIELSKI A. 2005. *Modelowanie cech teksturalnych pieczywa pszennego z wykorzystaniem wskaźnika dynamiki zmian barwy powierzchni w czasie obróbki termicznej*. Inżynieria Rolnicza 10 (70), 23-32.
- [9] BILLER E., WIERZBICKA A., PÓLTORAK A. 2005. *Wpływ obróbki termicznej na zmiany parametrów barwy na przykładzie marchwi*. Inżynieria Rolnicza, 9 (69), 7-12.
- [10] BRIMELOW C. J. B., JOSHI P. 2001. *Colour measurement of food by colour reflectance*. In: Instrumentation and Sensors for the Food Industry (2nd edition)

- Ed. Kress-Rogers E.; Brimelow C.J.B., Woodhead Publishing, 85-116.
- [11] **CHEN C.R., RAMASWAMY H.S. 2002.** *Colour and texture change kinetics in ripening bananas.* Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 35 (5), 415-419.
- [12] **CLYDESDALE F. M. 1978.** *Colorimetry—methodology and applications.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 10 (3), 243-301.
- [13] **CONTRERAS C., MARTÍN-ESPARZA M.E., CHIRALT A., MARTÍNEZ-NAVARRETE N. 2007.** *Quality Aspects of Dehydrated and Rehydrated Fruit in Relation to Drying Method,* In: Focus on Food Engineering Research and Developments, Pletney. Ed. Vivian N., Nova Science Publishers, 339.
- [14] **DADALI G., APAR D.K., OZBEK B. 2007.** *Color change kinetics of okra undergoing microwave.* Drying Technology, 25 (5), 925-936.
- [15] **DADALI G., DEMIRHAN E., OZBEK B. 2007.** *Color change kinetics of spinach undergoing microwave drying.* Drying Technology, 25 (10), 1713-1723.
- [16] **DANDAMRONGRAK, R., MASON R., YOUNG G. 2003.** *The effect of pretreatments on the drying rate and quality of dried bananas.* International Journal of Food Science and Technology, 38 (8), 877-882.
- [17] **DEMIRHAN E., ÖZBEK, B. 2009.** *Color change kinetics of microwave-dried basil.* Drying Technology, 27 (1), 156-166.
- [18] **DI SCALA K., MESCHINO G., VEGA-GÁLVEZ A., LEMUS-MONDACA R., ROURA S., MASCHERONI R. 2013.** *An artificial neural network model for prediction of quality characteristics of apples during convective dehydration.* Food Science and Technology, 33 (3), 411-416.
- [19] **EKIELSKI A. 2013.** Wykorzystanie analizy obrazu do oceny wybranych parametrów opisujących struktury porowate na przykładzie ekstrudatów zbożowych, Warszawa, Wydawnictwo Wieś Jutra, 1-72.
- [20] **FRANCIS F. 1980.** *Colour quality evaluation of horticultural crops.* HortScience, 15 (1), 14-15.
- [21] **GOKHALE S.V., LELE S.S. 2012.** *Optimization of Convective Dehydration of Beta vulgaris for Color Retention.* Food and Bioprocess Technology 5 (3), 868-878.
- [22] **GOLDEN R.M. 1996.** *Mathematical Methods for Neural Network Analysis and Design,* MIT Press, Cambridge, 1-411.
- [23] **GRANATO D., MASSON M. L. 2010.** *Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach.* Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30 (4), 1090-1096.
- [24] **GUNAWAN M.I., BARRINGER S.A. 2000.** *Green colour degradation of blanched broccoli (Brassica oleracea) due to acid and microbial growth.* Journal of Food Processing and Preservation, 24 (3), 253-263.
- [25] **GUPTA R.K.; KUMAR P., SHARMA A. PATIL R.T. 2011.** *Color kinetics of aonla shreds with amalgamated blanching during drying.* International Journal of Food Properties, 14 (6), 1232-1240.
- [26] **HAYKIN S. 1998.** *Neural Networks, A Comprehensive Foundation,* Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, 2nd edition. New York. 1-842.
- [27] **HIRUN S., UTAMA-ANG N. ROACH PAUL D. 2012.** *Turmeric (Curcuma longa L.) drying: an optimization approach using microwave-vacuum drying.* Journal of Food Science and Technology, May, 1-7. <http://link.springer.com.springer.han.bg.sggw.pl/search?query=Turmeric+%28Curcuma+longa+L.%29+drying%3A+an+optimization+approach+using+microwave-vacuum+drying> , dostęp w dniu 25.06.2014.
- [28] **HUNTER R. S., HAROLD R.W. 1987.** *The measurement of appearance.* Hoboken, New York: Wiley-Interscience, 3-280.
- [29] **KAUR S., SARKAR B.C., SHARMA H.K., SINGH C. 2009.** *Optimization of enzymatic hydrolysis pretreatment conditions for enhanced juice recovery from guava fruit using response surface methodology.* Food and Bioprocess Technology, 2 (1), 96-100.
- [30] **KIDMOSE U., HANSEN M. 1999.** *The influence of postharvest storage, temperature and duration on quality of cooked broccoli florets.* Journal of Food Quality, 22 (2), 135-146.
- [31] **KONICA-MINOLTA. 2009.** Spektrofotometr CM-5 instrukcja obsługi. Firmowa instrukcja użytkownika, Konica Minolta, Sensing, INC, 1-150.
- [32] **KROKIDA M.K., MAROULIS Z.B., SARAVACOS G.D. 2001.** *The effects of the method of drying on the colour of dehydrated products.* International Journal of Food Science and Technology, 36 (1), 53-59.
- [33] **KUMAR D., PRASAD S., MURTHY G.S. 2014.** *Optimization of microwave-assisted hot air drying conditions of okra using response surface methodology.* Journal of Food Science and Technology, 51 (2), 221-232.
- [34] **LOPEZ A., PIQUE M., BOATELLA J., ROMERO A., FERRAN A., GARCIA J. 1997.** *Influence drying conditions on the hazelnut quality. III. Browning.* Drying Technology, 15 (3-4), 989-1002
- [35] **LOZANO J.E., IBARZ A. 1997.** *Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures.* Journal of Food Engineering, 31 (3), 365-373.
- [36] **LU S., LUO Y., TURNER E., FENG H. 2007.** *Efficacy of sodium chlorite as an inhibitor of enzymatic browning in apple slices.* Food Chemistry, 104 (2), 824-829.
- [37] **MASKAN M. 2001.** *Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying.* Journal of Food Engineering, 48 (2), 169-175.
- [38] **MASKAN A., KAYA S., MASKAN M. 2002.** *Effect of concentration and drying processes on colour change of grape juice and leather (pestil).* Journal of Food Engineering, 54 (1), 75-80.
- [39] **MOHAMMADI A., RAFIEE S., EMAM-DJOMEH Z., KEYHANI A. 2008.** *Kinetic models for colour changes in kiwifruit slices during hot air drying.* World Journal of Agricultural Sciences, 4 (3), 376-383.



- [40] MOHAPATRA D., BIRA Z.M., KERRY J.P., FRÍAS J. M., RODRIGUES F. A. 2010. *Postharvest hardness and color evolution of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*)*. Journal of Food Science, 75 (3), 146-152.
- [41] MYERS R.H., MONTGOMERY D.C. 2009. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, 3rd edition* New York, Wiley 1-704.
- [42] PAPADAKIS S.E., ABDUL-MALEK S., KAMDEM R.E., YAM K.L. 2000. *A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods*. Food Technology, 54 (12), 48-51.
- [43] PIOTROWSKI D., CHODYN-SEM CZUK K. 2006. *Influence of temperature on colour of vacuum dried strawberries*. In: Drying 2006 – Proceedings of the 15th International Drying Symposium (IDS 2006). Budapest, Hungary 20-23 August 2006. Ed. Farkas I. Szent István University Publisher, Gödöllő, vol. C, 1628-1635.
- [44] POLAK R., RUDY S. 2005. *Model matematyczny zmiany barwy papryki podczas procesu sublimacyjnego suszenia*. Inżynieria Rolnicza, 4 (64), 145-153.
- [45] PRISTIJONO P., WILLS R., GOLDING J. 2006. *Inhibition of browning on the surface of apple slices by short term exposure to nitric oxide (NO) gas*. Postharvest Biology and Technology, 42 (3), 256-259.
- [46] SAHIN S., SUMNU S.G. 2007. *Physical properties of foods*. New York, Springer, 1-248
- [47] SARIMESELI A., COSKUN M., AL. YUCEER M. 2014. *Modeling microwave drying kinetics of thyme (*Thymus Vulgaris L.*) leaves using ANN methodology and dried product quality*. Journal of Food Processing and Preservation, 38 (1), 558-564.
- [48] SAXENA A., MAITY T., RAJU P.S., BAWA A.S. 2010. *Degradation kinetics of colour and total carotenoids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) bulb slices during hot air drying*. Food and Bioprocess Technology, 5 (2), 672-679.
- [49] SHIN S., BHOWMIK S.R. 1995. *Thermal kinetics of color changes in pea puree*. Journal of Food Engineering, 24 (1), 77- 86.
- [50] TIJSKENS L.M.M., SCHIJVENS E.P.H.M., BIEKMAN E.S.A. 2001. *Modelling the change in colour of broccoli and green beans during blanching*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2 (4), 303-313.
- [51] ZAUSZNICA A. 1959. *Nauka o barwie*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- [52] ZENOOZIAN M.S., DEVAHASTIN S., RAZAVI M.A., SHAHIDI F., POREZA H.R. 2008. *Use of artificial neural network and image analysis to predict physical properties of osmotically dehydrated pumpkin*. Drying Technology, 26 (1), 132-144.
- [53] ZENOOZIAN M.S. 2009. *Application of wavelet transform coupled with artificial neural network for predicting physicochemical properties of osmotically dehydrated pumpkin*. Journal of Food Engineering, 90 (2), 219-227.
- [54] ZIELINSKA M., MARKOWSKI M. 2012. *Color Characteristics of Carrots: Effect of Drying and Rehydration*. International Journal of Food Properties, 15 (2), 450-466.
- [55] VILLOTA R., HAWKES J.G. 2007. *Reaction kinetics in food systems* In: Handbook of Food Engineering. Ed. D.R. Heldman & D.B. Lund, 2nd edition Boca Raton: CRC Press, 125-286.

Dr inż. Andrzej PÓLTORAK

Dr inż. Jarosław WYRWISZ

Mgr inż. Małgorzata MOCZKOWSKA

Mgr inż. Monika MARCINKOWSKA-LESIAK

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

# WPŁYW PROCESU DOJRZEWANIA I OBRÓBK TERMICZNEJ NA KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI MIĘSA WOŁOWEGO POZYSKANEGO Z SYSTEMU JAKOŚCI®

The impact of the aging process on the components of texture of beef  
from different production systems®



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



*„Praca została współfinansowana przez Unię Europejską  
w ramach Śródków Europejskiego Funduszu Społecznego”*

**Słowa kluczowe:** mięso wołowe, proces dojrzewania, właściwości fizyczne, metody instrumentalne.

Główny problem sektora mięsa wołowego to utrzymanie wysokiej i powtarzalnej jakości mięsa. Jedną z najczęstszych przyczyn braku akceptacji mięsa wołowego jest jego wysoka twardość, włóknistość oraz niska soczystość. Twardość determinowana jest głównie ilością śródmięśniowej tkanki łącznej i tłuszczu śródmięśniowego oraz długością sarkomerów. Zachodzące po uboju w tkance mięśniowej procesy biochemiczne wywierają znaczący wpływ na jakość mięsa wołowego, przeznaczonego na cele kulinarne. Zastosowanie instrumentalnych pomiarów tekstury pozwala na obiektywne zdefiniowanie składowych tekstury mięsa wołowego zarówno surowego, jak i poddanego obróbce cieplnej. Dojrzewanie mięsa jest jednym z najważniejszych procesów determinujących jakość kulinarnego mięsa. Właściwe jego przeprowadzenie warunkuje poprawę kruchości mięsa wołowego, jak również zwiększa powtarzalność dobrej jakości.

**Key words:** beef, aging process, physical properties, instrumental methods.

*Of all the meat traits, tenderness is considered to be the most important with regard to eating quality. One of the most common causes of unacceptability in meat quality is toughness. Toughness is attributed to a range of factors including the amount of intramuscular connective tissue, intramuscular fat, and the length of the sarcomere. However, it is apparent that the extent of proteolysis of key proteins within muscle fibres is significant determinant of ultimate tenderness. After the slaughter in muscle tissue biochemical occurring processes have a significant influence on the quality of beef, primarily intended for culinary purposes. The use of instrumental measurements of texture allows for an objective definition of texture components in both raw and cooked beef. The aging process is one of the most important processes that determine the quality of the culinary meat. Competent to carry out the conditions for improving the tenderness of beef, as well as increases its quality.*

## WSTĘP

Głównym czynnikiem warunkującym akceptację dla mięsa wołowego przez konsumenta jest jego jakość, postrzegana głównie poprzez wyróżniki takie jak barwa, ilość tłuszczu śródmięśniowego i okrywowego oraz tekstura [12]. Sposób odbioru jakości produktów spożywczych przez konsumenta, różni się znacząco w porównaniu do postrzegania go w ujęciu technologicznym, towaroznawczym czy kontroli jakości. Wynika to z faktu, że konsument dokonując zakupu posiada głównie możliwość oceny wizualnej tylko niektórych wyróżników jakościowych [10, 29].

Zdefiniowanie pojęcia jakości mięsa wołowego jest trudne, i niejednoznaczne. W zależności od potrzeb konsumenta oczekiwania są różne, lecz przede wszystkim dotyczą mięsa

uzyskanego z młodych, dobrze umięśnionych zwierząt, które charakteryzuje się odpowiednimi cechami sensorycznymi (smak, zapach) [24], jak również odpowiednią barwą, soczystością i kruchością [21]. Ponadto powinno nadawać się ono do łatwego i szybkiego przygotowania do spożycia. Oprócz wcześniej wymienionych cech, istotny wpływ na postrzeganie jakości mięsa wołowego ma powtarzalność, zwłaszcza pod względem kruchości, gdyż w dużej mierze decyduje to o powtórnym zakupie [37].

W celu zapewnienia wysokiej jakości i powtarzalności mięsa wołowego opracowano systemy gwarantowanej jakości, w Polsce System QMP. Ich zadaniem jest zapewnienie kontroli odpowiednich wyróżników jakościowych poprzez wprowadzenie pełnej identyfikowalności (*traceability*) wytwarzanych produktów. Jest to możliwe, ponieważ systemy

te obejmują swoim programem wszystkie etapy produkcji począwszy od programu krzyżowalniczego, poprzez zachowanie dobrostanu zwierząt, odpowiednie ich żywienie oraz proces uboju i dojrzewania, skończywszy na wprowadzeniu do obrotu handlowego [1].

Istotne znaczenie, dla doboru właściwych warunków i okresu przechowywania (proces dojrzewania) mięsa po uboju, jak również wyboru najodpowiedniejszej metody obróbki cieplnej w celu właściwego przygotowania mięsa wołowego, zwłaszcza kulinarnego, ma określenie czynników warunkujących odpowiednie cechy jakościowe uzyskiwanego mięsa, w szczególności poszczególnych mięśni, ze względu na ich różne przeznaczenie kulinarne [26].

Tekstura stanowi właściwość o naturze sensorycznej i psychofizycznej, a uzależniona jest od budowy chemicznej, struktury oraz właściwości reologicznych produktu. Zastosowanie instrumentalnych metod pomiaru tekstury i jej składowych pozwala na obiektywną ocenę jakości mięsa. Ponadto metody instrumentalne umożliwiają stały monitoring jakości w celu stabilizacji parametrów jakościowych oraz uzyskanie wysokiej powtarzalności jakości wytwarzanych produktów [5].

**Celem artykułu jest przedstawienie wpływu postępowania poubojowego, w szczególności czasu i warunków procesu dojrzewania a także wpływu obróbki kulinarnej, na składowe tekstury mięsa wołowego, przy wykorzystaniu instrumentalnych pomiarów właściwości fizycznych.**

## ZNACZENIE PROCESU DOJRZEWANIA W KSZTAŁTOWANIU JAKOŚCI MIĘSA WOŁOWEGO

Zachodzące po uboju w tkance mięśniowej procesy biochemiczne wywierają znaczący wpływ na kształtowanie jakości mięsa wołowego, przeznaczonego na cele kulinarne. W związku z tym, nie tylko proces przechowywania mięsa po uboju ma istotne znaczenie, ważną rolę odgrywa również prawidłowe przeprowadzenie procesu schładzania tusz, z uwagi na możliwość wystąpienia skurczu chłodniczego [36].

Mianem skurczu chłodniczego określane jest zmniejszenie rozmiarów sarkomerów mięśniowych (skrócenie czasem nawet o połowę ich początkowej długości). Ma to miejsce w warunkach beztlenowych i w niskiej temperaturze przy nadmiarze jonów wapnia ( $\text{Ca}^{2+}$ ) zlokalizowanych we włóknach mięśniowych [6, 14, 33]. Podczas skurczu następuje przemieszczenie białek miofibrilarnych w taki sposób, że miozyna powoduje rozpad linii granicznej „Z” sarkomeru wchodząc w interakcję z aktyną należącą do sąsiedniego sarkomeru. Wynika to z obniżonej zdolności wyłapywania jonów wapnia ( $\text{Ca}^{2+}$ ) przez struktury mitochondrialne oraz ograniczonej możliwości ich wiązania poprzez retikulum sarkoplazmatyczne.

Główną przyczyną wystąpienia tego zjawiska jest obniżenie temperatury tkanki mięśniowej poniżej  $15^{\circ}\text{C}$  przed wystąpieniem stężenia pośmiertnego przy wartości pH wyższej niż 5,9 [6, 36]. Potwierdzone to zostało w doświadczeniu przeprowadzonym przez Rosenfolda i Andersen'a [33], w którym stwierdzono zależność między tempem glikolizy a procesem kureczenia mięśni. Im szybciej zachodzi glikoliza w mięśniu, tym szybciej tworzy się napięcie i silniejszy skurcz w mięśniach [33].

W wielu badaniach wykazano niekorzystny wpływ wystąpienia skurczu chłodniczego na jakość uzyskiwanego mięsa. Zjawisko to oddziałuje przede wszystkim na teksturę oraz wodochłonność, obniżając znacząco przede wszystkim kruchość uzyskiwanego mięsa wołowego [14, 16, 36, 39].

Bezpośrednio po uboju mięso zwierząt rzeźnych nie stanowi pełnowartościowego produktu, ponieważ, że charakteryzuje się niską kruchością i soczystością. Składniki w nim zawarte nie są w dostatecznym stopniu przyswajalne przez organizm człowieka. Podczas dojrzewania, zachodzi szereg przemian, między innymi częściowy rozpad białek, glikogenu oraz innych składowych tkanki mięśniowej, w wyniku którego wykształcane są właściwości technologiczne, kulinarne oraz odżywcze mięsa, przede wszystkim kruchość, smakowitość, soczystość, wodochłonność oraz barwa. Proces poubojowego dojrzewania odgrywa niezwykle istotną rolę w kształtowaniu jakości mięsa wołowego [34].

Uważa się, że za poprawę kruchości mięsa wołowego odpowiedzialny jest system kalpainowy. Proces kruszenia mięsa jest warunkowany działalnością enzymów  $\mu$ -kalpains oraz m-kalpains zależnych od obecności jonów wapnia ( $\text{Ca}^{2+}$ ) oraz ich specyficznego inhibitora kalpastatyny. Inhibitor ten stanowi główny element regulujący działalność systemu kalpainowego podczas procesu dojrzewania mięsa wołowego [4, 36]. Aktywność kalpain i ich endogennego inhibitora w głównej mierze zależy od wartości pH środowiska, i jest częściowo odwracalna [4, 17, 19].

W wyniku procesu dojrzewania zachodzi szereg zmian w mikro- i ultrastrukturze włókien mięśniowych, między innymi osłabienie miofibrilli oraz fragmentacja i zmiany wózków lini „Z” i „I”, a także degradacja zarówno białek miofibrilarnych, jak również cytoskieletowych [4, 22]. Zmiany te warunkują poprawę kruchości mięsa wołowego, gdyż proces kruszenia podczas dojrzewania inicjowany jest przez  $\mu$ -kalpainę, która aktywowana jest przy niskim stężeniu jonów wapnia ( $\text{Ca}^{2+}$ ) uwalnianych z retikulum sarkoplazmatycznego mitochondriów podczas sztywnienia mięśni (pH=6,3, około 6h po uboju). Wraz ze wzrostem stężenia jonów wapnia ( $\text{Ca}^{2+}$ ) zachodzi aktywacja m-kalpains, która jest odpowiedzialna za dalsze etapy procesu tenderyzacji mięsa wołowego [14]. Kalpains charakteryzują się optymalną aktywnością przy pH 7,0-7,5, jednakże ich stabilność nie jest duża [22].

Przebieg procesu dojrzewania oraz tenderyzacji uzależniony jest od wielu czynników, przede wszystkim od stężenia kalpain i aktywności kalpastatyny w tkance mięśniowej. Mięśnie czerwone charakteryzują się wyższym stężeniem mioglobiny, niższym poziomem glikogenu oraz mają wyższą zawartość tłuszczu niż włókna białe. Białe włókna mięśniowe mają wysoką zawartość enzymów glikolitycznych w związku z tym charakteryzują się szybszą odpowiedzią na pobudzenie, ale również szybciej się męczą w porównaniu do włókien czerwonych. Białe włókna mięśniowe odznaczają się szybszym tempem spadku wartości pH. Mięśnie charakteryzujące się przewagą białych włókien mięśniowych dojrzewają szybciej niż mięśnie z przewagą czerwonych włókien mięśniowych [7]. Przebieg tych procesów uzależniony jest również od szybkości poubojowych przemian glikolitycznych, gdyż szybkość spadku wartości pH mięśni uzależniona jest od rozpadu ATP i uaktywnienia ATP-azy miozynowej [17].

Dojrzewanie mięsa wołowego w klasycznej formie stanowi proces długotrwały, generując wysokie koszty produkcji, przy czym nie zawsze daje pożądane efekty, zwłaszcza pod względem kruchości. W związku z tym opracowywane są metody i techniki mające na celu przyspieszenie przemian zachodzących podczas dojrzewania, zwłaszcza odpowiadające za zwiększenie kruchości uzyskiwanego mięsa wołowego. Wśród nich można wymienić kondycjonowanie temperaturowe, elektrostymulację, zabieg *hydrodynamyczny*, stosowanie enzymów pochodzenia roślinnego, zwierzęcego, mikrobiologicznego, a także wprowadzanie roztworów soli (NaCl, MgCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>) poprzez nastrzykiwanie lub marynowanie mięsa [18, 28].

Przeprowadzone badania pokazują, że najlepsze efekty skrócenia okresu dojrzewania uzyskiwane są przy zastosowaniu kombinacji różnych metod. Zastosowanie ostrza (jedno- lub dwukrotne) wpływa na poprawę kruchości mięśnia bez wpływu na smak czy soczystość. Ponadto według George-Evins i wsp. [9] poprawa kruchości steków może zostać uzyskana poprzez łączne zastosowanie procesu dojrzewania poubojowego i ostrza, niezależnie od stopnia obróbki kulinarnej. Uzyskanie odpowiedniego poziomu kruchości mięsa wołowego wymaga odpowiednio przeprowadzonego procesu dojrzewania (parametry czasowo – temperaturowe). W klasycznej formie proces ten prowadzony jest w temperaturze od -1 do 7°C, przez co najmniej 14 dni [41]. W wielu badaniach proces dojrzewania zachodzi jednakże w temperaturze 0 - 4°C przez okres 7-14 dni. W doświadczeniu przeprowadzonym przez George-Evins i wsp. [9] wykazano, że proces dojrzewania po uboju mięśnia pośladowego średnio przez 21 dni poprawia jego kruchość w porównaniu do tego samego mięśnia poddawanego procesowi dojrzewania po uboju przez 7 dni.

Zależność pomiędzy długością dojrzewania a wyróżnikami teksturalnymi mięsa wołowego określano w wielu badaniach. Dzięki zastosowaniu analizy wartości siły cięcia metodą Warnera Bratzlera wykazano, że dojrzewanie wołowego mięśnia *semitendinosus* w temperaturze 4°C przez 12 dni powoduje dwukrotny wzrost rozpuszczalności kolagenu i dwukrotny spadek wartości parametrów profilowej oceny tekstury – twardości i żuźności, w porównaniu z próbkami poddanymi dojrzewaniu przez 5 dni [27]. Potwierdzają to wyniki uzyskane przez Jeremiah i Gibson'a [15], którzy wykazali, że kruchość steków wołowych poprawia się wraz z wydłużaniem czasu dojrzewania poubojowego. Zdolność zatrzymywania wody mięsa wołowego można zwiększyć również poprzez proces dojrzewania, nawet przy różnych wartościach pH środowiska. Wodochłonność mięsa wołowego zależna jest przede wszystkim od rasy, wieku, płci jak również funkcji poszczególnych mięśni. Poprawa zdolności zatrzymywania wody podczas dojrzewania wynika ze zmiany stosunku jonowego tkanki mięśniowej, wchłaniania jonów potasu (K<sup>+</sup>) i uwalniania jonów wapnia (Ca<sup>2+</sup>) [20]. Według Li i wsp. [22] proces dojrzewania istotnie wpływa na zwiększenie zawartości wody w mięśniu półścięgnistym (*m. semitendinosus*), natomiast Ruiz de Huizdobro i wsp. [35] nie wykazali istotnego wpływu tego procesu na zwiększenie wodochłonności mięsa wołowego.

## CHARAKTERYSTYKA METOD OBRÓBKIE CIEPLNEJ MIĘSA WOŁOWEGO

Obróbka związana z dostarczeniem energii cieplnej produktom żywnościowym, jest głównym procesem jednostkowym przetwarzania mięsa wołowego. Jej celem jest między innymi: zapewnienie możliwości konsumpcji i łatwiejszego przyswajania niektórych składników pokarmowych, nadanie odpowiednich cech sensorycznych, inaktywacja mikroorganizmów, itp. Proces obróbki cieplnej mięsa wiąże się z powstawaniem strat surowcowych, zmianą barwy, zapachu oraz tekstury produktu gotowego.

Wymiana ciepła pomiędzy powierzchnią produktu a płynem, która występuje podczas gotowania (woda, para wodna), smażenia (tłuszcz), czy pieczenia (powietrze), zależy od zjawisk hydrodynamicznych występujących w płynie oraz od jego przewodności cieplnej. Zasadniczą rolę podczas konwekcji odgrywają zjawiska zachodzące w warstwie przyściennej produktu, podczas których ustalają się profile prędkości i temperatury. Wnikanie ciepła jest bardziej intensywne obok cienkiej warstwy przyściennej, która decyduje o wielkości oporu cieplnego [40].

W związku z tym, że mięso zwykle nie jest spożywane w postaci surowej, proces obróbki cieplnej jest niezwykle istotny [32]. Zależność pomiędzy akceptowalnością konsumentką a kruchością mięsa wołowego jest w dużej mierze warunkowana metodą obróbki cieplnej [40].

Proces obróbki termicznej przyczynia się do zwiększenia rozpuszczalności tkanki łącznej, co decyduje o mięknięciu, zwiększając równocześnie twardość białek miofibrylarnych. Zmiany w składzie tkanki mięśniowej, powstające w wyniku działania temperatury, są warunkowane czasem i temperaturą zastosowanej obróbki. Kruchość mięsa jest ściśle skorelowana z jego teksturą, która podlega wpływowi białek miofibrylarnych, cytoszkieletu mięśniowego, śródmięśniowej tkanki łącznej oraz wody występującej wewnątrz włókien. Kruchość mięsa spada w dwóch wyraźnych fazach: między 40 a 60°C oraz między 65 a 80°C. W pierwszej fazie jest to związane ze zmianami zachodzącymi w tkance łącznej lub denaturacją białek miofibrylarnych, a w drugiej wynika z obkurczenia kolagenu lub wzrostu denaturacji/koagulacji białek miofibrylarnych [40].

Wyróżnia się dwa najważniejsze typy mięsa – o wysokiej lub niskiej zawartości tkanki łącznej. Decyduje to o wyborze jednej z metod obróbki kulinarnej – na sucho albo mokro. Mięso charakteryzujące się mniejszą zawartością tkanki łącznej (np. steki z żebra) powinno zostać poddane obróbce cieplnej na sucho, gdyż szybkie podniesienie temperatury w mięsie ogranicza straty pod względem jego kruchości. Dla elementów kulinarnych z wyższą ilością tkanki łącznej najodpowiedniejszą metodą jest obróbka cieplna z dużą zawartością wody. Dobór odpowiedniej metody obróbki cieplnej ma na celu nie tylko ograniczenie strat procesowych, ale także poprawę kruchości mięsa [11]. Boleman i współpracownicy [2] stwierdzili, że steki z wartościami siły cięcia 2,27 do 3,58 kg miały istotnie wyższe ( $P < 0,05$ ) wyniki soczystości w porównaniu do steków z wyższymi wartościami siły cięcia. W badaniu tym, konsumenci byli skłonni zapłacić wyższą cenę za steki, które cechują się powtarzalną kruchością.

Temperatura i czas obróbki cieplnej wpływa na fizyczne właściwości mięsa i jego jakość. Proces obróbki cieplnej prowadzony w próżni (*cook-vide*) nie powoduje większych strat procesowych, niż obróbka w warunkach ciśnienia atmosferycznego w tej samej temperaturze. Według Garcia-Segovia i wsp. [8] obróbka cieplna prowadzona w sposób konwencjonalny (ciśnienie atmosferyczne) nie wpływa na uzyskanie znaczących różnic, po względem wartości siły cięcia (mierzonej instrumentalnie), między trzema analizowanymi temperaturami (60°C, 70°C i 80°C) [8]. Natomiast Herring i Rogers [11] stwierdzili, że skrócenie czasu obróbki cieplnej może przyczynić się do wzrostu kruchości i soczystości w stekach poddanych konwencjonalnej obróbce cieplnej prowadzonej w piecu. Wyższe wartości kruchości i soczystości dla steków poddanych obróbce cieplnej w piecu na podczerwień w porównaniu do obróbki prowadzonej w sposób konwencjonalny wskazują, że ta metoda obróbki cieplnej może należeć do zastosowania w gastronomii.

Istotne jest, aby przy wyborze metody obróbki cieplnej brać pod uwagę rodzaj mięśnia, poddawanego przetwarzaniu [26]. Zastosowanie obróbki z wykorzystaniem elektrycznego grilla o ciągłym działaniu charakteryzowało się krótszym czasem przygotowania oraz przyczyniało się do powstania mniejszych strat technologicznych w porównaniu do obróbki prowadzonej z wykorzystaniem łaźni wodnej. Mięśnie o wysokiej zawartości kolagenu (dwugłowy uda i piersiowy) odznaczały się wyższym poziomem kruchości (pomiar z wykorzystaniem przystawki Warnera-Bratzlera) w temperaturze 45-65°C, a niższym, w temperaturze 65-80°C. Ten sam efekt nie był obserwowany w przypadku mięśnia najdłuższego grzbietu charakteryzującego się niewielką zawartością kolagenu. Optymalną kruchość w przypadku mięśnia najdłuższego grzbietu zaobserwowano w temperaturze 55°C, a dla mięśni dwugłowego uda i piersiowego między 60 a 65°C [26].

## INSTRUMENTALNY POMIAR SKŁADOWYCH TEKSTURY MIĘSA WOŁOWEGO

Pojęcie tekstury jest wyróżnikiem jakości sensorycznej. Istnieje potrzeba przedstawienia jej składowych za pomocą obiektywnych wartości liczbowych, w celu uzyskania powtarzalności otrzymywanych wyników.

Instrumentalne pomiary tekstury pozwalają na obiektywne zdefiniowanie składowych tekstury zarówno surowego, jak i poddanego obróbce cieplnej mięsa. Uzyskana w ten sposób wiedza dotyczy zależności pomiędzy właściwościami mechanicznymi a mikrostrukturą mięsa i pozwala na prognozowanie wybranych cech jakości mięsa i produktów mięsnych.

Spośród wielu metod instrumentalnego pomiaru tekstury mięsa wołowego, które charakteryzują się wysoką korelacją z danymi otrzymanymi w wyniku analizy sensorycznej, w literaturze najczęściej opisywane są dwie, test przecinania z wykorzystaniem przystawki Warnera-Bratzlera oraz test TPA [3].

Test TPA oparty jest na dwukrotnym ścisaniu próbki pomiędzy dwoma równoległymi płytkami, przy czym jedna z płytek jest przesuwana w kierunku drugiej ze stałą

prędkością – zależną od charakteru materiału badawczego. Powoduje to ściśnięcie próbki, przy czym rejestrowana jest wartość siły potrzebnej do wywołania odkształcenia w danym momencie (rys. 1). Zazwyczaj próbki, na których przeprowadzany jest test TPA mają kształt walca lub sześciangu [42].

Test TPA składa się z dwóch etapów: pierwszy to ściśnięcie próbki do 50-procentowej kompresji, zaś drugi to ponowne ściśnięcie próbki do 75-procentowej kompresji z 3-sekundową przerwą pomiędzy tymi etapami (rys. 2). W celu określenia kruchości mięsa stosowanych jest kilka innych obiektywnych metod, jednakże przy ich zastosowaniu nie jest możliwy pomiar większości składowych tekstury mięsa i żadna z nich nie jest w stanie imitować w pełni złożoności procesu żucia, dlatego opracowano metodę, która w doskonały sposób symuluje ten proces. Jest to profilowa analiza tekstury zwana testem TPA. Stanowi ona obiektywną metodę pomiaru wartości siły ścisania próby oraz parametrów ściśle związanych z właściwościami tekstury analizowanej żywności w czasie dwóch cykli deformacji.

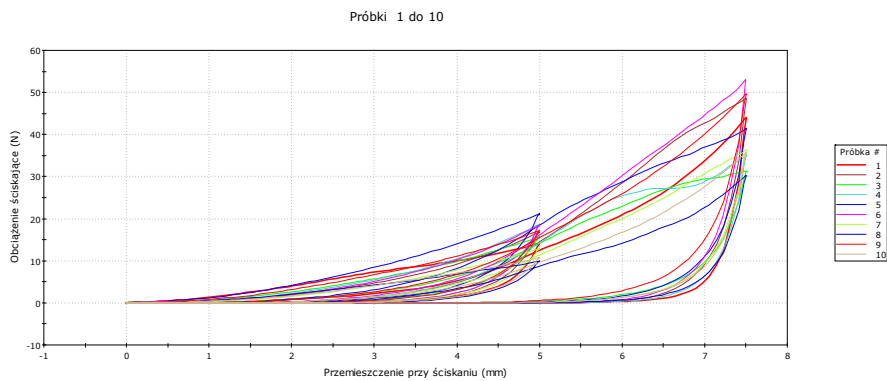
Test TPA można wykorzystać do przeprowadzania badań tekstury wielu różnych produktów żywnościowych, w tym mięsa i produktów mięsnych. Różnice pomiędzy subiektywną oceną sensoryczną kruchości mięsa wołowego wyznaczoną przez ekspercki panel sensoryczny a obiektywnym parametrem wyznaczonym w teście TPA wahają się w granicach od 3 do 85 % [3].

Przy zastosowaniu tej metody można określić takie parametry teksturalne jak: twardość, sprężystość, spoistość, odbojność, adhezyjność, łamliwość, gumiałość. W przypadku tekstury mięsa wołowego analizowane są parametry określające twardość, sprężystość, spoistość, za pomocą których można obliczyć również żujność. Test TPA można zastosować do przewidywania wyróżników tekstury wyznaczonych w ocenie sensorycznej [34].

Metoda Warnera-Bratzlera polega na przecinaniu próbki mięsa za pomocą metalowego ostrza o grubości 1 mm. Badana próbka w kształcie cylindra, umieszczana jest w trójkątnym otworze noża, który odpowiada za odpowiednie jej ustawienie podczas procesu przecinania, zapobiegając przesunięciom próbki podczas testu. W czasie wykonywanego pomiaru rejestrowana jest siła potrzebna do całkowitego przecięcia próbki w funkcji czasu i przemieszczenia (rys. 3) [38].

Przecinanie metodą Warnera-Bratzlera stanowi jedno z najczęściej wykorzystywanych narzędzi do oceny najważniejszej składowej mięsa wołowego jaką jest kruchość [13] i należy do metod wykorzystywanych podczas badań przeprowadzanych z wykorzystaniem surowych próbek mięsa. Stosowana jest w większości badań naukowych, jak również w przemyśle w celu poszukiwania istotnych korelacji pomiędzy wartością siły przecinania a kruchością mięsa ocenianą za pomocą analizy sensorycznej. Niektórzy autorzy nie odnotowują wysokich korelacji pomiędzy siłą przecinania W-B i ogólną konsumencką akceptowalnością. Wynika to z faktu, że wiele czynników może oddziaływać na jakość wyrobu końcowego, między innymi takie jak zastosowana obróbka kulinarna, czy przyprawy dodane przed, jak i podczas obróbki cieplnej [23, 34].

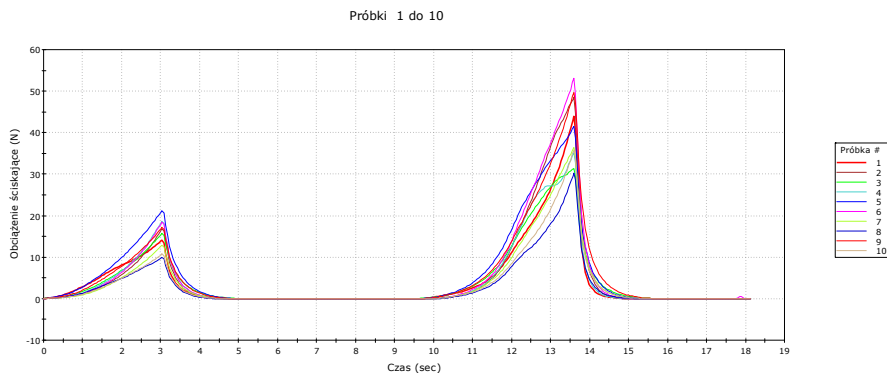
Test przecinania metodą Warnera-Bratzler'a stanowi mniej precyzyjne narzędzie do przewidywania kruchości



Rys. 1. Zmiany siły [N] w funkcji przemieszczenia przy ściskaniu [mm] w teście podwójnego ściskania (TPA).

Fig. 1. Force compression changes [N] as a function of the displacement [mm] in the double compression test (TPA).

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 2. Zmiany wartości siły [N] w funkcji czasu w teście podwójnego ściskania (TPA).

Fig. 2. Force compression changes [N] as a function of the time in the double compression test (TPA).

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 3. Zmiany wartości siły [N] w funkcji przemieszczenia przy ściskaniu w teście przecinania metodą Warnera-Bratzlera.

Fig. 3. Force value changes [N] as as a function of the displacement [mm] in the Warner-Bratzler shear force test.

Źródło: Opracowanie własne

wołowiny określonej poprzez analizę sensoryczną. Korelacje pomiędzy wartością kruchości uzyskaną podczas testu przecinania wykonanego tą metodą a wynikami oceny sensorycznej mogą wahać się od -0,60 do -0,85. Mimo tak dużych rozbieżności, przedstawionych w danych literaturowych, sugeruje się, iż rezultaty przecinania metodą Warnera-Bratzlera wyjaśniają realną proporcję pod względem różnic w kruchości mięsa wołowego uzyskanych z analizy sensorycznej [3].

Analizując literaturę można stwierdzić, że zarówno profilowa analiza tekstury (test TPA) jak i metoda Warnera-Bratzlera (test przecinania) charakteryzują się podobną zdolnością przewidywania kruchości w subiektywnej ocenie sensorycznej mięsa wołowego. Potwierdzają to badania Caine i wsp. [3], którzy wykazali, że w przypadku zastosowania profilowej analizy tekstury (test TPA) możliwość przewidywania cech sensorycznych steków wołowych jest większa, niż w przypadku testu przecinania wykonanego z wykorzystaniem metody Warnera-Bratzlera. Natomiast Ruiz de Huidobro i wsp. [34] stwierdzili, że test TPA jest metodą bardziej przydatną do przewidywania wyróżników sensorycznych tekstury mięsa po obróbce cieplnej niż test przecinania Warnera-Bratzlera.

## SPEKTROSKOPIA W PAŚMIE WIDZIALNYM I W BLISKIEJ PODCZERWIENI W ASPEKTCIE MOŻLIWOŚCI OCENY JAKOŚCI MIĘSA WOŁOWEGO

Spektroskopia odbiciowa w paśmie widzialnym i w bliskiej podczerwieni (Vis-NIR) stwarza możliwość szybkiego i dokładnego przewidywania różnych wyróżników jakości mięsa. Istnieje możliwość zastosowania jej online do jednoczesnej oceny różnych cech. Ze względu na powyższe zalety technologia ta wykorzystywana jest na szeroką skalę przez przemysł mięsny do badania zmian jakości mięsa oraz przewidywania chemicznego składu mięsa. Cechy mięsa, takie jak kruchość, są obecnie badane czasochłonnymi, destrukcyjnymi i wymagającymi dużych nakładów

pieniężnych metodami takimi jak pomiar tekstury z wykorzystaniem analizy Warnera-Bratzlera czy inne metody pomiaru wartości siły cięcia [31].

Analiza sensoryczna z wykorzystaniem zespołu przeszkolonych oceniających, jest również kosztowną i czasochłonną metodą. Kruchość, smakowitość i soczystość stanowią bardzo ważny czynnik związany z postrzeganiem jakości wołowiny przez konsumentów. Technologia Vis-NIR dostarcza informacji na temat molekularnej struktury (składniki chemiczne) i ultrastruktury tkanek skanowanej próbki, może więc być wykorzystana do przewidywania fizycznych i sensorycznych parametrów próbek mięsa [30].

Pierwszy raz zastosowano spektroskopię do predykcji twardości wołowiny w 1991 roku i uzyskano prawdopodobieństwo, z jakim można było oszacować kruchość/twardość wołowiny w 68%. Później prowadzono jeszcze inne badania, w których uzyskano umiarkowane prawdopodobieństwo predykcji twardości wołowiny. Uzyskane wyniki badań dotyczące przewidywania twardości wołowiny za pomocą spektroskopu publikowane w literaturze są często sprzeczne. Przyczyną sprzeczności jest wiele czynników takich jak: usytuowanie próbek w stosunku do światła oraz zastosowanie różnej metodyki [25].

Wyniki uzyskane przez Prieto i wsp. [31] wskazują, że wykorzystanie spektroskopii Vis-NIR w rzeźni pozwoliło przewidzieć wartości składowych barwy, która jest jednym z głównych czynników warunkujących decyzje konsumenta przy zakupie wołowiny. Pomiar Vis-NIR były również powiązane z cechami sensorycznymi, ale znacznie mniej, gdyż cechy sensoryczne są zależne od wielu czynników. Uzyskane zależności trzeba uznać za wartościowe, gdyż spektroskopia Vis-NIR była w stanie przewidzieć wieloczynnikową ocenę sensoryczną.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Proces dojrzewania jest decydującym czynnikiem warunkującym jakość mięsa wołowego. Pod wpływem procesów zachodzących w tkance mięśniowej podczas dojrzewania ma miejsce szereg przemian prowadzących do poprawy jakości uzyskiwanego mięsa. W jego wyniku następuje częściowa degradacja białek, glikogenu oraz innych składowych tkanki mięśniowej, co prowadzi do wykształcenia pożądanego cech sensorycznych (soczystość, smakowitość) i teksturalnych (kruchość), jak również odpowiednich właściwości technologicznych, kulinarnych i odżywczych.

Prawidłowość procesu dojrzewania warunkowana jest przede wszystkim parametrami czasowo-temperaturowymi, ponieważ wraz ze wzrostem temperatury przemiany biochemiczne w tkance mięśniowej przebiegają intensywniej.

Uzyskanie kulinarnego mięsa wołowego charakteryzującego się wysoką, powtarzalną jakością uzależnione jest nie tylko od procesu dojrzewania i warunków w jakich został on przeprowadzony. Istotnym czynnikiem jest również rodzaj elementu kulinarnego oraz wyjściowa jakość surowca, zwłaszcza jego właściwości fizyczne, gdyż zastosowanie te same warunki procesu dojrzewania mogą w przypadku dwóch różnych elementów kulinarnych doprowadzić do otrzymania mięsa o zupełnie innej jakości.

Zastosowanie instrumentalnych pomiarów tekstury pozwala na obiektywne zdefiniowanie składowych tekstury mięsa wołowego zarówno surowego, jak i poddanego obróbce cieplnej. Uzyskana w ten sposób wiedza dotyczy korelacji pomiędzy właściwościami mechanicznymi a mikrostrukturą mięsa wołowego i może być użyta w celu poprawy jego jakości, głównie tekstury, umożliwiając prognozowanie wybranych cech jakości mięsa i produktów mięsnych. W przypadku oceny tekstury mięsa i produktów mięsnych najczęściej stosowana jest profilowa analiza tekstury (test TPA) oraz test z wykorzystaniem przystawki Warnera-Bratzler'a. Oba testy charakteryzują się wysoką korelacją z wynikami uzyskanymi w ocenie sensorycznej i mogą stanowić aplikacyjne narzędzie do oceny jakości mięsa wołowego.

Spektroskopię odbiciową w paśmie widzialnym i w bliskiej podczerwieni (Vis-NIR) charakteryzuje przede wszystkim szybkość oznaczeń oraz nieinwazyjność. Stanowi ona narzędzie wykorzystywane w celu predykcji różnych wyróżników jakości mięsa oraz istnieje możliwość zastosowania jej *online* do jednoczesnej oceny różnych cech. Metoda ta poprzez analizę ilościową umożliwia oznaczenie zawartości określonych składników i parametrów fizycznych. Dodatkowo analiza jakościowa ułatwia identyfikację tożsamości i autentyczności produktów wykorzystywanych w produkcji. Największą zaletą spektroskopii NIR *on-line* jest szybkość wykonywanych analiz, możliwość uzyskania kilku wyników jednocześnie oraz brak konieczności przygotowywania próbek. Spektroskopia w bliskiej podczerwieni pozwala ponadto na uzyskanie danych charakteryzujących się dużą dokładnością. Technologia ta wykorzystywana jest na szeroką skalę przez przemysł w celu analizy zmian jakości mięsa i umożliwia przewidywanie składu chemicznego mięsa w zależności od zastosowanego procesu i jego parametrów.

Szybka detekcja, zwłaszcza właściwości fizycznych za pomocą spektroskopii odbiciowej w paśmie widzialnym i w bliskiej podczerwieni stanowi całkiem nowe i aplikacyjne narzędzie, które po kolejnych udoskonaleniach metod badawczych może pozwalać na szybką ocenę składowych jakości mięsa. Otwiera to perspektywy uzyskania podstawy do najlepszego doboru parametrów procesów naprawczych, niekorzystnych cech powodujących ograniczenia przetwarzania oraz generujących wysokie straty powodowane wadami mięsa.

## LITERATURA

- [1] **BIDNER T. D., HUMES P. E., WYATT W. E., FRANK D. E., PERSICA M. A., Gentry G. T., BLOUIN D. C. 2009.** *Influence of Angus and Belgian Blue bulls mated to Hereford × Brahman cows on growth, carcass traits, and longissimus steak shear force.* Journal of Animal Science, 117, 1167-1173.
- [2] **BOLEMAN S. J., BOLEMAN S. L., MILLER R. K., TAYLOR J. F., CROSS H. R., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD S. D., MILLER M. F., WEST R. L. 1997.** *Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness.* Journal Animal Sciences, 85, 1521-1524.
- [3] **CAINE W. R., AALHUS J. L., BEST D. R., DUGAN M. E. R., JEREMIAH L. E. 2003.** *Relationship*

- of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science*, 64, 333-339.
- [4] **COSTELLO S., O'DOHERTY E., TROY D. J., ERNST C. W., KIM K. S., STAPLETON P., SWEENEY T., MULLEN A. M. 2007.** Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. *Meat Science*, 75, 551-557.
- [5] **DESTEFANIS G., BRUGIAPAGLIA A., BARGE M. T., DAL MOLIN E. 2008.** Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Science*, 78(3), s. 153-156.
- [6] **DEVINE C. E., WAHLGREN N. M., TORNBERG E. 1999.** Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef *m. longissimus thoracicus et lumborum*. *Meat Science*, 51, 61-72.
- [7] **FLOREK M., LITWIŃCZUK A., SKAŁECKI P., RYSZKOWSKA-SIWKO M. 2007.** Changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat during 14 days of ageing under vacuum. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, 57, 281-288.
- [8] **GARCÍA-SEGOVIA P., ANDRÉS-BELLO A., MARTÍNEZ-MONZO J. 2007.** Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). *Journal of Food Engineering*, 80, 813-821.
- [9] **GEORGE-EVINS C. D., UNRUH J. A., WAYLAN A. T., MARSDEN J. L. 2004.** Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and endpoint cooking temperature on cooking characteristics and tenderness of beef *gluteus medius* steaks. *Journal of Animal Science*, 82, 1863-1867.
- [10] **GRUNERT K. G., BREDAHL L., BRUNSØ K. 2004.** Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector — A review. *Meat Science*, 66, 259-272.
- [11] **HERRING J.L., ROGERS R.W. 2003.** Evaluation of cooking methods on various beef steaks. *Journal of Muscle Foods*, 14, 163-171.
- [12] **HOCQUETTE J. F., VAN WEZEMAEL L., CHRICKI S., LEGRANDE I., VERBEKE W., FARMER L., SCOLLAN N. D., POLKINGHORNE R., RØDBOTTEN R., ALLEN P., PETHICK D.W. 2014.** Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. *Meat Science*, 97(3), 316-322.
- [13] **JACKMAN P., DA-WEN SUN, CHENG-JIN D., ALLEN P., DOWNEY G. 2008.** Prediction of beef eating quality from colour, marbling and wavelet texture features. *Meat Science*, 80, 1271-1281.
- [14] **JAMES S. J., JAMES C. 2009.** Chilling and freezing of meat and its effect on meat quality [w:] Kerry J.P., Ledward D.A., Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat, Woodhead Publishing, 339-360.
- [15] **JEREMIAH L. E., GIBSON L. L. 2003.** The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*, 36, 929-941.
- [16] **KING D. A., DIKEMAN M. E., WHEELER T. L., KASTNER C. L., KOOHMARAIE M. 2003.** Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. *Journal of Animal Science*, 81, 1473-1481.
- [17] **Kolczak T. 2008.** Jakość wołowiny. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 56(1), 5-22.
- [18] **KOLLE B. K., MCKENNA D. R., SAVELL J. W. 2004.** Methods to increase tenderness of individual muscles from beef rounds when cooked with dry or moist heat. *Meat Science*, 68, 145-154.
- [19] **KOOHMARAIE M., GEESINK G. H. 2006.** Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74, 34-43.
- [20] **LAWRIE R. A. 2006.** *The conversion of muscle to meat* [w:] Lawrie R.A., Ledward D., Lawrie's meat science, Woodhead Publishing, 128-156.
- [21] **LAWRIE R. A. 2006.** *The eating quality of meat*. [w:] Lawrie R.A., Ledward D., Lawrie's meat science, Woodhead Publishing, 212-258.
- [22] **LI C., ZHOU G., XU X. 2008.** Changes of meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef semitendinosus muscle during postmortem aging for Chinese Yellow bulls. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 838-845.
- [23] **LORENZEN C. L., MILLER R. K., TAYLOR J. F., NEELY T. R., TATUM J. D., WISE J. W., BUYCK M. J., REAGAN J. O., SAVELL J. W. 2003.** Beef Customer Satisfaction: Trained sensory panel ratings and Warner-Bratzler shear force values. *Journal of Animal Science*, 81, 143-149.
- [24] **MOCZKOWSKA, M. ŚWIDERSKI, F. 2012.** Związki lotne kształtujące smakowość mięsa. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*. 1, 87-92.
- [25] **NAGANATHANA G. K., GRIMES L. M., SUBBIAH J., CALKINS C. R., SAMAL A., MEYERA G. E. 2008.** *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(2), 225-233.
- [26] **OBUZ E., DIKEMAN M. E., GROBBEL J. P., STEPHENS J. W., LOUGHIN T. M. 2004.** Beef longissimus lumborum, biceps femoris, and deep pectoralis Warner-Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Science*, 68, 243-248.
- [27] **PALKA K. 2003.** The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle. *Meat Science*, 64, s. 191-198.
- [28] **POLIDORI P., TRABALZA-MARINUCCI M., FANTUZ F., POLIDORI F. 2001.** Post mortem proteolysis and tenderization of beef muscle through infusion of calcium chloride. *Animal Research*, 50, 223-226.



- [29] PÓLTORAK A., GĘBSKI J., WYRWISZ J., ZALEWSKA M., ŁOPACKA J., ULANICKA U., ŻONTAŁA K., STELMASIAK A., MOCZKOWSKA M., WIERZBICKA A. 2013. *Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do oceny wybranych wyróżników jakości mięsa wołowego*. Inżynieria Rolnicza, 1(141), 197-206.
- [30] PÓLTORAK A., WYRWISZ J., ULANICKA U., ŻONTAŁA K., STELMASIAK A., ŁOPACKA J., MOCZKOWSKA M., ZALEWSKA M., WIERZBICKA A. 2013. *Analiza możliwości wykorzystania spektrometrii w bliskiej podczerwieni (NIR) jako metody wyznaczania składu podstawowego mięsa wołowego*. Inżynieria Rolnicza, 1(141), 319-329.
- [31] PRIETO N., ROSS D. W., NAVAJAS E. A., NUTE G. R., RICHARDSON R. I, HYSLOP J. J., SIMM G., ROEHE R. 2009. *On-line application of visible and near infrared reflectance spectroscopy to predict chemical-physical and sensory characteristics of beef quality*. Meat Science, 83, 93-103.
- [32] RAKOWSKA R., SADOWSKA A., BATOGOWSKA J., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2013. *Wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości odżywczej mięsa*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 111-115.
- [33] ROSENVOLD K., ANDERSEN H. J. 2003. *Early postmortem muscle shortening and tension in relation to tenderness in beef m. longissimus*. Journal of Muscle Science, 14, 265-280.
- [34] RUIZ DE HUIDOBRO F., MIGUEL E., BLÁZQUEZ B., ONEGA E. 2005. *A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat*. Meat Science, 69, 527-536.
- [35] RUIZ DE HUIDOBRO F., MIGUEL E., ONEGA E., BLÁZQUEZ B. 2003. *Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem*. Meat Science, 65, 1439-1446.
- [36] VAN MOESEKE W., DE SMET S., CLAEYS E., DEMEYER D. 2001. *Very fast chilling of beef: effects of meat quality*. Meat Science, 59, 31-37.
- [37] VAN WEZEMAEL L., DESMET S., UELAND Ø., VERBEKE W. 2014. *Relationships between sensory evaluations of beef tenderness, shear force measurements and consumer characteristics*. Meat Science, 97, 310-315.
- [38] WARRIS P. D. 2001. *Meat Science. 2nd Edition: An Introductory text*. School of Veterinary Science University of Bristol, Bristol UK, Cabi Publishing, 194-205.
- [39] WHITE A., O'SULLIVAN E.E., O'NEILL D.J., TROY M. 2006. *Manipulation of the pre-rigor phase to investigate the significance of proteolysis and sarcomere length in determining the tenderness of bovine M. longissimus dorsi*. Meat Science, 73, 20, 4-208.
- [40] WICHCHUKIT S., ZORRILLA S.E., SIHGH R.P. 2001. *Contact heat transfer coefficient during double-sided cooking of hamburger patties*. Journal of Food Processing Preservation, 25, 207-221.
- [41] WICKLUND S.E., HOMCO-RYAN C., RYAN K.J., MCKEITH F.K., MCFARLANE B.J., BREWER M.S. 2005. *Aging and Enhancement Effects on Quality Characteristics of Beef Strip Steaks*. Journal of Food Science, 70(3), 242-248.
- [42] WIERZBICKA A. 2003. *Wpływ wybranych aspektów inżynierii żywności na rozwój produktów spożywczych*. [w:] Wierzbicka A. (red): *Wybrane aspekty inżynierii żywności w tworzeniu produktów spożywczych*. Wyd. SGGW, Warszawa, 14-22.

Dr n. wet. inż. Magdalena POLAK-ŚLIWIŃSKA  
Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Dr inż. Mariusz Sławomir KUBIAK  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

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

## METODY OZNACZANIA WYBRANYCH MIKOTOKSYN W ŻYWNOCI I PASZACH®

Methods for the determination of selected mycotoxins in food and feed®

*Pracę przygotowano na potrzeby projektu badawczego własnego nr N N312 439837  
finansowanego ze środków na naukę w latach 2009-2011*

**Słowa kluczowe:** mikotoksyny, zearalenon, ochratoksyna A, HPLC, GC, LC/MS, GC/MS.

*W związku z koniecznością oznaczania mikotoksyn zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej (WE) oraz stale rosnącym zainteresowaniem problematyką mikotoksyn ze względu na zmieniający się klimat, w Polsce i na świecie wiele instytucji naukowych i firm opracowuje nowe metody ich oznaczania.*

*Celem pracy przedstawionej w artykule była analiza stosowanych metod oznaczania mikotoksyn, takich jak ochratoksyna A i zearalenon w żywności oraz w paszach.*

**Key words:** mycotoxins, zearalenone, ochratoxin A, HPLC, GC, LC/MS, GC/MS.

*Due to the necessity for determining mycotoxins in accordance with the guidelines of the European Commission (EC) and the growing interest of the problem of mycotoxins due to the changing climate in Poland and in the world, many scientific institutions and companies to develop new methods for their determination.*

*The aim of the study was to discuss the most commonly used methods for the determination of mycotoxins, such as ochratoxin A and zearalenone in food and feed.*

### WSTĘP

Występowanie substancji niepożądanych w materiale roślinnym, może doprowadzić do zaburzenia homeostazy ogólnej lub narządowej zarówno u człowieka, jak i u zwierząt [20]. Substancje te mogą wnikać drogą oddechową, pokarmową i dermalną, przy czym najczęściej dostają się one przez przewód pokarmowy, do organizmu tak zwierząt, jak i ludzi, powodując niekorzystne zmiany [22]. Wśród tych substancji należy wymienić mikotoksyny. Substancje te są grupą wtórnych metabolitów grzybów toksynotwórczych, głównie z rodzaju *Penicillium*, *Aspergillus* i *Fusarium* [20, 33]. Mogą one wykazywać ostre oddziaływanie toksyczne ze względu na właściwości: mutagenne (fumonizyny, ochratoksyna A, aflatoksyny, toksyna T-2), teratogenne (toksyna T-2, ochratoksyna A, patulina, aflatoksyna B<sub>1</sub>) i/lub estrogenne (zearalenon) [19, 35, 36]. Dawki, które wywołują ostrą toksyczność (LD<sub>50</sub> 10-20 mg/kg masy ciała), rzadko występują w spożywanej żywności. Dopuszczalne dzienne pobrania poszczególnych mikotoksyn są dużo niższe od dawek, na które narażone są zwierzęta hodowlane spożywające zanieczyszczoną paszę. Mogą wystąpić w nich ostre objawy typu podrażnienia skóry lub zapalenie spojówek, ale przede wszystkim chroniczne schorzenia [18, 19, 20]. Podstawę ochrony konsumenta stanowią wartości TDI (TDI = Tolerable Daily Intake), ustanowione przez Komitet Naukowy ds. Żywności (Scientific Committee on Food – SCF) Komisji Europejskiej. Informują one o dawkach substancji, które mogą być

codziennie i dożywno spożywane, bez skutku występowania zauważalnych negatywnych efektów zdrowotnych [5, 10]. Wykrycie mikotoksyn umożliwia szybką reakcję producentów pasz i żywności poprzez wycofanie tych zbóż i przetworów zbożowych z obrotu handlowego, w których poziomy związków przekraczają dopuszczalne wartości [20]. W Polsce szczególnie niebezpieczne są mikotoksyny należące do trichotecenów, zearalenon oraz ochratoksyna A [40]. Metabolity te zanieczyszczają jednak kłosa i wiechy zbóż przeznaczane na cele spożywcze i paszowe we wszystkich strefach klimatycznych [2, 46, 47].

**Celem artykułu jest omówienie metod oznaczania mikotoksyn, takich jak zearalenon oraz ochratoksyna A w żywności oraz w paszach.**

### ZEARALENON (ZEA)

Dieta ludzi i zwierząt może być źródłem wielu niesterydowych estrogennych związków [25], które są produkowane przez rośliny (fitoestrogeny) [33] lub grzyby pleśniowe (miko estrogeny), jak na przykład zearalenon. Zearalenon jest mikotoksyną biosyntezowaną przez kilka grzybów toksynotwórczych, włączając w to *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium cerealis*, *Fusarium equiseti* i *Fusarium semitectum* [5, 17, 31, 32]. Toksyczne efekty ZEA i jego metabolitów wynikają głównie z ich właściwości estrogenowych, obejmujących strukturalne podobieństwo do naturalnie występującego estrogeny,

estronu czy estriolu oraz interakcje z receptorami estrogenowymi człowieka, konkurując z estradiolem- $17\beta$  ( $E_2$ ) [15, 30, 54]. Potencjał estrogenowy ZEA jest kilkakrotnie większy niż innych estrogenów środowiskowych [18, 40].

Zearalenon występuje przede wszystkim w kukurydzy i innych zbożach (w tym pszenicy, jęczmieniu, sorgu i ryżu) oraz mieszanych paszach, co w konsekwencji może się wiązać z objawami hiperestrogenizmu (zaburzenia rozwoju osobniczego) i innymi chorobami zwierząt, głównie świń i bydła [18].

Zearalenon jest łatwo absorbowany w przewodzie pokarmowym, a następnie metabolizowany w ścianach jelit i wątrobie do  $\alpha$ - i  $\beta$ -zearalenolu oraz  $\alpha$ - i  $\beta$ -zearalenalu [48, 51]. Jest on związkiem stabilnym, odpornym na działanie wysokiej temperatury. Nie niszczą go procesy mielenia i przechowywania, jak też obróbka termiczna żywności, czy środków żywienia zwierząt. Praktycznie nie rozpuszcza się w wodzie, natomiast jest rozpuszczalny w wodnych roztworach zasad, eterze, benzynie, chloroformie, chlorku metylu, octanie etylu, acetonitrylu, alkoholach i acetonie [25, 41].

**Zearalenon i jego pochodne** nie wykazują szczególnie wysokiej toksyczności ostrej, jednakże ich przestrzenna struktura wskazuje na wyraźne działanie estrogenne i anaboliczne. Substancje te **wiążą receptory estrogenu w macicy, pochwie, gruczołach mlecznych, wątrobie i podwzgórz** [25, 48].

W stosunku do człowieka nie ma jednoznacznych dowodów na toksyczne działanie zearalenonu, niemniej jednak istnieją sugestie, co do wywoływania zmian nowotworowych macicy oraz jajników u kobiet młodych lub w okresie menopauzy [28].

## OCHRATOKSYNA A (OTA)

Ochratoksyna A produkowana jest przez toksynotwórcze gatunki grzybów z rodzaju *Aspergillus* oraz *Penicillium* [3]. Głównym producentem ochratoksyny A w Europie, w tym i w Polsce, jest *Penicillium verrucosum* [12]. Ochratoksyna A jest bardzo stabilna termicznie. Nie ulega ona rozkładowi ani w procesie gotowania ani np. podczas wypieku chleba. Termiczny rozkład tej toksyny zachodzi dopiero w temperaturze powyżej 250°C [26].

Stwierdzono, że OTA występuje naturalnie we wszystkich zbożach, w tym w kukurydzy, jęczmieniu, pszenicy, sorgu, życie, owsie i ryżu [9, 11]. Niewątpliwie występowanie OTA jest związane z klimatem, a zwłaszcza z warunkami w jakich przeprowadzone są żniwa i z warunkami przechowywania zbiorów.

Oprócz zbóż, występowanie OTA stwierdzono w wielu innych produktach spożywczych, w tym w nasionach soi, fasoli, ciecierzycy, ziarnach surowej kawy, ziarnach kakao, winie i soku z winogron, piwie, przyprawach i ziołach, podrobach wieprzowych i w przetworach mięsnych zawierających krew [52].

OTA została zakwalifikowana przez IARC do kategorii 2B wśród czynników rakotwórczych jako toksyna prawdopodobnie wywołująca raka u ludzi [55]. Jej działanie jest również teratogenne, powoduje wady rozwojowe płodu i zaburzenia układu immunologicznego, zaburza metabolizm węglowodanów u kurcząt. *P. verrucosum* z uwagi na wytwarzanie OTA stał się przyczyną bałkańskiej endemicznej

nefropatii (BEN), która jest jedną z form zapalenia nerek [55]. Zdiagnozowano ją po raz pierwszy u społeczności zamieszkującej wybrzeże Dunaju. Dotychczas brak jest wiedzy odnośnie całkowitej ilości OTA spożywanej z żywnością, pomimo wielu badań prowadzonych w tym kierunku [13, 14]. Mechanizm toksycznego oddziaływania OTA polega na inhibicji enzymów uczestniczących w przemianach węglowodanów. Pomimo, iż występowanie ostrych zatrueń mikotoksynami u ludzi jest niewielkie, należy brać pod uwagę długotrwałe narażenie wynikające z przyjmowania małych ilości toksyn zarówno przez ludzi, jak i zwierzęta, stanowiące ogniwo w łańcuchu żywnościowym [7, 23, 29, 34].

## METODY OZNACZANIA OTA I ZEA

Komisja Wspólnoty Europejskiej udowadniając zrozumienie problemu, wprowadziła ujednolicone normy zawartości tych toksyn w produktach spożywczych [43, 44] oraz paszowych [42, 45]. Stąd podejmowane są starania mające na celu określenie zawartości mikotoksyn w żywności i paszach, poprzez zastosowanie różnych technik oznaczania zarówno potencjalnej, jak i faktycznej mikotoksynotwórczości grzybów infekujących żywność oraz paszę [7]. Całkowite wyeliminowanie mikotoksyn z produktów spożywczych jest niemożliwe [40]. Jedynym rozwiązaniem jest zatem przestrzeganie zasad dobrej praktyki rolnej oraz przemysłowej [20]. W celu zmniejszenia zagrożeń, jakie niosą za sobą mikotoksyny, wprowadzono ograniczenia ich ilości w żywności i w paszach. Obecnie w Polsce obowiązuje *Rozporządzenie Komisji UE nr 1881/2006 z 19 grudnia 2006 r. wraz z późniejszymi zmianami*, które ustanawia najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, w tym mikotoksyn OTA i ZEA [44].

### Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC)

Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC, *High Performance Liquid Chromatography*) zalicza się do metod fizykochemicznych. Na skutek oddziaływań międzycząsteczkowych pomiędzy związkami chemicznymi a wypełnieniem dochodzi do separacji jednorodnych mieszanin na poszczególne składniki [7]. Migracja cząsteczek jest możliwa tylko wówczas, gdy znajdują się one w fazie ruchomej, którą w metodzie HPLC jest ciecz [17]. Składniki próbki są rozdzielane w kolumnie analitycznej i na wyjściu z kolumny wykrywane przez detektor. Zaletami tej metody analitycznej w stosunku do innych typów chromatografii cieczowej jest krótszy czas analiz, całkowicie zautomatyzowana aparatura, możliwość analizy jakościowej i ilościowej, lepsza odtwarzalność wyników analiz, lepsza separacja związków na kolumnach analitycznych, które można używać wielokrotnie bez potrzeby regeneracji. Najczęściej stosowana jest chromatografia w odwróconym układzie faz (RP, *reversed phase* – w porównaniu do chromatografii w normalnym układzie faz), ze względu na możliwość separacji różnych związków polarnych i niepolarnych [17]. Wysokosprawna chromatografia cieczowa jest szeroko stosowana w analityce w różnych gałęziach przemysłu, w tym do detekcji mikotoksyn [1]. Warunkiem analizowania tych związków jest ich rozpuszczalność. Metoda ta umożliwia jednoczesne oznaczenie dużej ilości różnych mikotoksyn znajdujących się w próbce żywności czy paszy [4]. Dzięki HPLC możliwe jest wykrycie ZEA, trichotecenów, takich jak DON, NIV oraz fumonizyn,

zwłaszcza przy zastosowaniu metody HPLC ze spektrometrią mas [1, 4, 6, 16, 21, 24, 37, 38, 39, 49, 53]. Sprzężenie chromatografii cieczowej i spektrometrii mas wydaje się być doskonałym narzędziem służącym do rozdzielania i detekcji, choć wymaga od analityka stosownych działań, by zoptymalizować ten układ. W spektrometrii mas wymagana jest próbka w fazie gazowej, podczas gdy z kolumny analitycznej chromatografu cieczowego próbka jest w stanie ciekłym, co determinuje pewne etapy analizy, jak jonizacja próbki. Jednak dzięki technice LC/MS generowana jest informacja o masie molowej, strukturze oraz dokładnej analizie ilościowej związków [49].

### Chromatografia gazowa (GC)

Fazą ruchomą w chromatografii gazowej (GC, *Gas Chromatography*) jest gaz, który porusza się wewnątrz kolumny z fazą stacjonarną, osadzoną na jej wewnętrznych ściankach i pełni jedynie funkcję transportującą próbkę [7]. Warunkiem analizy metodą GC jest przeprowadzenie substancji obecnych w próbce badanej w stan gazowy [7]. Detekcja odbywa się dzięki użyciu różnych detektorów, w tym FLD i ECD, przy czym sygnały z detektora rejestrowane są w postaci chromatogramów. Analiza jakościowa odbywa się poprzez identyfikację piku analitu na podstawie jego czasu retencji, porównywanego z czasem retencji piku wzorca analizowanej substancji [7]. Chromatografię gazową wykorzystuje się do identyfikacji szeregu mikotoksyn, w tym trichotecenów: deoksyniwalenolu i niwalenolu [27, 50] oraz zearalenonu [27].

Metoda GC jest idealną metodą rozdzielania substancji, ale nie daje jednoznacznych informacji o składzie rozdzielanej próbki. Sprzężenie GC z metodami spektroskopowymi np. GC/MS daje natomiast duże możliwości w zakresie identyfikacji składników złożonych mieszanin. Połączenie dwóch technik, które opierają się na różnych podstawach fizykochemicznych, pozwala na uzyskanie dobrej selektywności. Chromatografy gazowe sterowane komputerowo zawierają ogromne bazy danych, stanowiące podstawę do porównania widm i identyfikacji związków chemicznych.

### Chromatografia cienkowarstwowa (TLC)

Chromatografia cienkowarstwowa (TLC, *Thin-Layer Chromatography*) jest techniką analityczną, służącą do identyfikacji i rozdzielenia mieszanin związków. Dzięki tej metodzie można rozdzielić i oznaczyć jednocześnie kilka mikotoksyn. Niski koszt analizy oraz dostępność sprawiły, iż metoda ta stała się powszechnie wykorzystywana w badaniach jakości [8], zarówno żywności, jak i roślin oraz produktów rolniczych. Podczas badania rozdziela się najpierw badaną mieszaninę, a następnie przeprowadza się detekcję poszczególnych składników. Fazą rozdzielającą jest faza stacjonarna, o właściwościach sorpcyjnych [51] tworząca cienką warstwę, umieszczoną na płycie. Badane substancje nanosi się punktowo na płytkę, którą umieszcza się w komorze chromatograficznej tak, by zanurzyła się w fazie ruchomej, stanowiącej siłę napędową procesu chromatograficznego [51]. Identyfikację rozdzielonych substancji przeprowadza się na podstawie otrzymanych chromatogramów [7]. Stosuje się ją do detekcji takich toksyn jak: ochratoksyna A, zearalenon, toksyna T-2, niwalenol, czy deoksyniwalenol [8, 51].

## PODSUMOWANIE

Dekontaminacja silnie zanieczyszczonych mikotoksynami plonów jest bardzo skomplikowana ze względu na stosunkowo wysoką odporność tych substancji wobec działania czynników fizykochemicznych, co w konsekwencji powoduje znaczące straty finansowe hodowców zwierząt, głównie trzody chlewnej i drobiu. Podstawowym źródłem narażenia człowieka na te związki jest żywność, stąd wynika tak duża potrzeba ciągłego śledzenia ich poziomów. Detekcja zanieczyszczonych produktów i wycofanie ich z łańcucha pokarmowego stanowi obecnie najprostsze rozwiązanie, zapewniające bezpieczeństwo żywności i pasz, niemniej jest to bardzo kosztowne dla producentów. Ważne jest zatem dysonowanie odpowiednimi technikami analitycznymi, umożliwiającymi wykrycie ksenobiotyków nawet w śladowych ilościach zanim produkt trafi na rynek. Dla przemysłu zasadniczą sprawą jest jednak opracowanie efektywnych metod kontroli, mających zastosowanie w całym łańcuchu produkcji. Istotna jest współpraca Państwowej Inspekcji Sanitarnej (PIS) z Głównym Inspektoratem Weterynarii (GIW) w zakresie bezpieczeństwa żywności, międzyresortowe wieloletnie krajowe plany kontroli, prowadzenie Krajowego Punktu Kontaktowego (KPK) i koordynowanie działań w zakresie Systemu Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznej Żywności i Paszach (**Rapid Alert System for Food and Feed - RASFF**), wynikające z zadań PIS. Pozwala to na podjęcie skutecznych i możliwie szybkich działań w celu eliminowania nieprawidłowości poprzez natychmiastowe wycofanie z obrotu niewłaściwych środków spożywczych lub/i pasz, jak również objęciu wzmożonym nadzorem producenta, który wprowadził takie produkty na rynek. Tylko skoordynowane działania wyspecjalizowanych instytucji w kraju, mające na celu zapobieganie ryzyku wystąpienia zagrożeń bezpieczeństwa żywności, zagwarantują zdrowie konsumenta.

## LITERATURA

- [1] ANIOŁOWSKA M., STEININGER M. 2014. *Determination of trichothecenes and zearalenone in different corn (Zea mays) cultivars for human consumption in Poland*. Journal of Food Composition and Analysis 33: 14-19.
- [2] BALAS J. 2006. *Mikotoksyny jako źródło zanieczyszczeń żywności pochodzenia roślinnego*. Postępy Fitoterapii 2, 98-104
- [3] BELLÍ N., MARÍN S., DUAIGÜES A., RAMOS A.J., SANCHIS V. 2004. *Ochratoxin A in wines, musts and grape juices from Spain*. Journal of Science of Food and Agriculture, 84:591-594.
- [4] BELTRÁN E., IBÁNEZ M., PORTOLÉS T., RIPOLLÉS C., SANCHO J.V., YUSÀ V., MARÍN S. HERNÁNDEZ F. 2013. *Development of sensitive and rapid analytical methodology for food analysis of 18 mycotoxins included in a total diet study*. Analytica Chimica Acta, 783: 39-48.
- [5] BENNETT J.W., KLICH M. 2003. *Mycotoxins*. Clin Microbiol Rev, 16: 497-516.
- [6] BERTHILLER F., SULYOK M., KRŠKA R., SCHUHMACHER R. 2007. *Chromatographic methods for the simultaneous determination of mycotoxins and their conjugates in cereals*. International Journal of Food Microbiology, 119: 33-37.

- [7] **BIASUCCI G., CALABRESE G., DI GIUSEPPE R., CARRARA G., COLOMBO F., MANDELLI B., MAJ M., BERTUZZI T., PIETRI A., ROSSI F. 2011.** *The presence of ochratoxin A in cord serum and in human milk and its correspondence with maternal dietary habits.* European Journal of Nutrition, 50(3): 211-218. doi: 10.1007/s00394-010-0130-y. Epub 2010 Sep 2.
- [8] **BRAICU C., PUIA, C., BODOKI E., SOCACIU C. 2008.** *Screening and quantification of aflatoxins and ochratoxin a in different cereals cultivated in romania using thin-layer chromatography-densitometry.* Journal of Food Quality, 31: 108-120.
- [9] **CASTELLANOS-ONORIO O., GONZALEZ-RIOS O., GUYOT B., TACHON A. FONTANA, GUIRAUD J. P., SCHORR-GALINDO S., DURAND N., SUÁREZ-QUIROZ M. 2011.** *Effect of two different roasting techniques on the Ochratoxin A (OTA) reduction in coffee beans (Coffea arabica).* Food Control, 22: 1184-1188.
- [10] **CHELKOWSKI J. 2000.** [http.: Mikotoksyny, grzyby toksynotwórcze i mikotoksykozy. www.cropnet.pl/mycotoxin](http://www.cropnet.pl/mycotoxin)
- [11] **CORONEL M. B., MARIN S., CANO-SANCHO G., RAMOS A. J., SANCHIS V. 2012.** *Exposure assessment to ochratoxin A in Catalonia (Spain) based on the consumption of cereals, nuts, coffee, wine, and beer.* Food Additives & Contaminants: Part A, 29: 979–993. doi: 10.1080/19440049.2012.660708.
- [12] **CZABAN J., WRÓBLEWSKA B., STOCHMALA., JANDA B. (2006).** *Growth of Penicillium verrucosum and production of ochratoxin A on nonsterilized wheat grain incubated at different temperatures and water content.* Polish Journal of Microbiology, 55: 321-331.
- [13] **CZERWIECKI L., WILCZYŃSKA G. 2005.** *Oznaczenie ochratoksyny A w przyprawach kulinarnych.* Roczniki PZH, 56(4): 323-330.
- [14] **CZERWIECKI L., WILCZYŃSKA G. 2007.** *Optymalizacja metod oznaczania aflatoksyn w żywności z zastosowaniem postkolumnowego tworzenia pochodnych z bromem.* Roczniki PZH 58, 3: 489-501.
- [15] **DING X., LICHTI K., STAUDINGER J. L. 2006.** *The mycoestrogen zearalenone induces CYP3A through activation of the Pregnane X Receptor.* Toxicological Sciences, 91(2): 448-455.
- [16] **DUNNE C., MEANCY M., SMYTH M. 1993.** *Multimycotoxin detection and clean-up method for aflatoxins, ochratoxin and zearalenone in animal feed ingredients using high-performance liquid chromatography and gel permeation chromatography.* Journal of Chromatography A, 629(2): 229-235.
- [17] **GLAJCH J. L., KIRKLAND J. J., SQUIRE K. M., MINOR J. M. 1980.** *Optimization of solvent strength and selectivity for reversed phase liquid chromatography using an interactive mixture – design statistical technique.* Journal of Chromatography, 199: 57-79.
- [18] **GAJEŃCKI M 2002.** *Zearalenone – undesirable substances in feed.* Polish Journal of Veterinary Sciences, 5(2): 117-122.
- [19] **GAJEŃCKI M., GAJEŃCKA M., JAKIMIUK E., ZIELONKA Ł., OBREMSKI K. 2010.** *Zearalenone – undesirable substance.* In: Mahendra Rai, Ajit Varma (eds) *Mycotoxins in Food, Feed and Bioweapons.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 131-144.
- [20] **GAJEŃCKI M., JAKIMIUK E., GAJEŃCKA M., MOTYKA M., OBREMSKI K., ZIELONKA Ł.** *Praktyczne metody zmniejszanie aktywności mikotoksyn w paszach.* [http://www.konferencjaswinie.pl/referaty/PRAKTYCZNE\\_METODY.pdf](http://www.konferencjaswinie.pl/referaty/PRAKTYCZNE_METODY.pdf) (2.12.2013)
- [21] **GAUCHI J. P., LEBLANC J. C. 2002.** *Quantitative assessment of exposure to the mycotoxin ochratoxin A in food.* Risk Analysis, 22: 219-234.
- [22] **GROCHOWALSKI A. 2004.** *Sample pretreatment methods for the determination of mycotoxins and other hazardous substances (dioksin) in food and feeding materials using gas chromatography and double fragmentation mass spectrometry GC-MS/MS.* IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Olsztyn, 45.
- [23] **HASSAN A.M., SHEASHAA H.A., FATTAH M.F., IBRAHIM A.Z., GABER O.A., SOBH M.A. 2006.** *Study of ochratoxin A as an environmental risk that causes renal injury in breast-fed Egyptian infants.* Pediatric Nephrology, 21(1): 102-105.
- [24] **HERNÁNDEZ M. J., GARCÍA-MORENO M. V., DURÁN E., GUILLÉN D., BARROSO C. G. 2006.** *Validation of two analytical methods for the determination of ochratoxin A by reversed-phased high-performance liquid chromatography coupled to fluorescence detection in musts and sweet wines from Andalusia.* Analytica Chimica Acta, 566: 117-121.
- [25] **HIDY P. H., BALDWIN R. S., GREASHAM R. L., KEITH C. L., MCMULLEN J. R. 1977.** *Zearalenone and some derivatives.* Advances in Applied Microbiology, 22:59-82.
- [26] **KAPTUROWSKA U., ZIELIŃSKA K. J., STECKA K., KUPRYŚ M. P. 2010.** *Evaluation of fodder contamination with ochratoxin A and methods of its decontamination.* Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 55(3): 156-163.
- [27] **KINANI S., BOUCHONNET S., BOURCIER S., PORCHER J. M., AIT-AISSA S. 2008.** *Study of the chemical derivatization of zearalenone and its metabolites for gas chromatography–mass spectrometry analysis of environmental samples.* Journal of Chromatography A, 1190: 307–315.
- [28] **KOLENDA M., MROCZKOWSKI S. 2013.** *Fusarium mycotoxins and methods of assessing the mycotoxicity: a review.* Journal of Central European Agriculture, 2013, 14(1), p.169-180. DOI: 10.5513/JCEA01/14.1.1177
- [29] **KUCIEL-LISIESKA K. 2006.** *Obecność zearalenonu u kobiet ze zmianami nowotworowymi w gruczołach piersiowych.* Praca doktorska, UWM, Olsztyn.
- [30] **KUIPER-GOODMAN T., SCOTT P.M., WATANABE H. 1987** *Risk assessment of the mycotoxin zearalenone.* Regulatory Toxicology and Pharmacology, 7: 253-306.

- [31] LENDZION E., POSTUPOLSKI J., RYBIŃSKA K., KURPIŃSKA-JAWORSKA J., SZCZĘSNA M., KARŁOWSKI K. 2010. System RASFF jako element strategii bezpieczeństwa żywności w zakresie mikotoksyn. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLIII, 4, 533-538.
- [32] MALEKINEJAD H., COLENBRANDER B., FINK – GREMELS J. 2006. *Hydroxysteroid dehydrogenases in bovine and porcine granulose cells convert zearalenone into its hydroxylated metabolites  $\alpha$  – zearalenol and  $\beta$  – zearalenol*. *Veterinary Research Communications*, 30: 445-453.
- [33] NOWICKA E., SZKUDELSKI R., NOGOWSKI L. 2006. *Działanie fitoestrogenów na organizm człowieka i zwierząt*. *Medycyna Weterynaryjna*, 62(7): 736-738.
- [34] PFOHL-LEZKOWICZ A., MANDERVILLE R. A. 2007. *Review on Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans*. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51: 61-99. doi: 10.1002/mnfr.200600137.
- [35] PITET A. 2005. *Naturalne występowanie mikotoksyn w żywności i paszach – nowe dane*. *Wyd. Naturan* 12, 1.
- [36] PITET A. 1998. *Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review*. *Revue Médécine Vétérinaire*, 149 (6), 479-492.
- [37] PN-EN 14132. 2010. Artykuły żywnościowe – Oznaczanie ochratoksyny A w jęczmieniu i kawie palonej – Metoda HPLC z oczyszczaniem na kolumnie powinowactwa immunologicznego
- [38] PN-EN 14133. 2010. Artykuły żywnościowe – Oznaczanie ochratoksyny A w winie i piwie – Metoda HPLC z oczyszczaniem na kolumnie powinowactwa immunologicznego
- [39] POKRZYWA P., CIEŚLIK E., TOPOLSKA K. 2007. Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (52), 139-146.
- [40] POLAK M. 2007. *Ocena skuteczności węgla sodu, jako destruktor zearalenonu w paszy dla loszek*. Praca doktorska, Olsztyn.
- [41] POLAK M., GAJĘCKA M., JAKIMIUK E. I WSP. 2004. Metabolit profile of pigs with feed containing zearalenone destruktor. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa., Olsztyn, 113.
- [42] ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 187/2011 z dnia 25 lutego 2011 r. zmieniające załącznik 1 do rozporządzenia (WE) nr 669/2009 w sprawie wykonania rozporządzenia (WE) nr 882/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zwiększonego poziomu kontroli urzędowych przywozu niektórych rodzajów pasz i żywności nie pochodzących od zwierząt.
- [43] ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. (zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006) ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do toksyn *Fusarium* w kukurydzy i produktach z kukurydzy. 2007. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej. 29.09.2007: L 255/14-17.
- [44] ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy dla niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- [45] ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) NR 799/2011 z dnia 9 sierpnia 2011 r. zmieniające załącznik I do rozporządzenia Komisji (WE) nr 669/2009 w sprawie wykonania rozporządzenia (WE) nr 882/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zwiększonego poziomu kontroli urzędowych przywozu niektórych rodzajów pasz i żywności nie pochodzących od zwierząt.
- [46] RYBIŃSKA K., POSTUPOLSKI J., LENDZION E., KURPIŃSKA-JAWORSKA J., SZCZĘSNA M. 2008. *Programy monitoringowe realizowane przez Państwową Inspekcję Sanitarną w zakresie zanieczyszczenia wybranych środków spożywczych mikotoksynami*. *Roczniki PZH* 59, 1: 1-7.
- [47] SELWET M. 2010. *Negatywne aspekty występowania wybranych mikotoksyn w paszach*. *Wiadomości Zootechniczne*, R. XLVIII 1: 9-13.
- [48] SHERMA J. 2000. *Thin-Layer Chromatography in food and agricultural analysis*. *Journal of Chromatography A*, 880: 129-147.
- [49] SOLEIMANY F., JINAP S., FARIDAH A., KHATIB A. 2012. *A UPLC-MS/MS for simultaneous determination of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, DON, fumonisins, T-2 toxin and HT-2 toxin, in cereals*. *Food Control*, 25: 647-653.
- [50] TANAKA T., YONEDA A., INOUE S., SUGIURA Y., UENO Y. 2000. *Simultaneous determination of trichothecene mycotoxins and zearalenone in cereals by gas chromatography-mass spectrometry*. *Journal of Chromatography A*, 882: 23-28.
- [51] TIEMANN U., TOMEK W., SCHNEIDER F. I WSP. 2003. *Effects of mikotoksyn  $\alpha$ - i  $\beta$ - zearalenol on regulation of progesterone synthesis cultured granulose cells from porcine ovaries*. *Reproductive Toxicology*, 17, 673.
- [52] VAN EGMOND H. P., SPEUERS G. J. A. 1994. *Survey of data on the incidence and levels of ochratoxin A in food and animal feed worldwide*. *Journal of Natural Toxins*, 3, 125.
- [53] VISCONTI A., PASCALE M., CENTONZE G. 1999. *Determination of ochratoxin A in wine by means of immunoaffinity column clean-up and high-performance liquid chromatography*. *Journal of Chromatography A*, 864: 89-101.
- [54] WHO, 2000. *Zearalenone. Safety evaluation of certain food additives and contaminants*. Prepared by the Fifty – third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Food Additives Series 44, World Health Organization, Geneva, Switzerland: 393-482.
- [55] ZIARNO M., UJAZDOWSKA M. 2009. *Ochratoksyna A w żywności*. *Przemysł Spożywczy*, 63(7): 21-25.

Mgr inż. Urszula RAFALSKA  
 Mgr inż. Adrian STELMASIAK  
 Mgr inż. Małgorzata MOCZKOWSKA  
 Mgr inż. Monika MARCINKOWSKA-LESIAK  
 Dr inż. Jarosław WYRWISZ  
 Dr inż. Andrzej PÓLTORAK

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu  
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

## WPŁYW WITAMINY D<sub>3</sub> NA KRUCHOŚĆ KULINARNEGO MIĘSA WOŁOWEGO®

The effect of vitamin D<sub>3</sub> on the tenderness of culinary beef meat®



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
 NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
 EUROPEJSKI FUNDUSZ  
 ROZWOJU REGIONALNEGO



*Praca powstała w ramach projektu Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody” nr PO IG 01.03.01-00-204/09 współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013*

**Słowa kluczowe:** wołowina, kruchość, witamina D<sub>3</sub>, kalcytriol.

Jedną z najważniejszych cech kształtujących jakość kulinarnego mięsa wołowego jest kruchość. Przeprowadzone badania dowiodły, że konsumenci są w stanie zapłacić więcej za mięso wołowe zakwalifikowane do klasy „Premium”. Kruchość jest kształtowana w wyniku procesów poubojowych związanych z degradacją białek miofibrilarnych. Liczni badacze na przestrzeni ostatnich lat dążą do opracowania metody poprawy kruchości przed dokonaniem uboju zwierząt. Jedną z takich metod jest modyfikacja sposobu żywienia zwierząt poprzez dodatek do pasz witamin i związków mineralnych.

W niniejszym artykule zebrano i omówiono dane literaturowe dotyczące wpływu dodatku witaminy D<sub>3</sub> do paszy zwierząt na kruchość mięsa wołowego.

**Key words:** beef meat, tenderness, vitamin D<sub>3</sub>, calcitriol.

One of the most important features influencing the culinary beef meat quality is tenderness. Studies show that consumers are willing to pay more for the beef meat for a class “Premium”. Tenderness is formed by processes related to post-mortem degradation of myofibrillar proteins. Many researchers in recent years tend to develop methods to improve the tenderness of meat before slaughter. One of those methods is to modify the diet of animals through feed additives like vitamins and minerals.

In this article, was collected and discussed literature data concerning the effect of vitamin D<sub>3</sub> addition to animal feed to the tenderness of meat.

### WPROWADZENIE

Kruchość jest jedną z najistotniejszych cech kształtujących jakość mięsa i wpływających na jego akceptowalność konsumencką [5, 7, 12, 18, 22, 25]. W 1995 roku przeprowadzono badania, w których oszacowano, że spadek kruchości mięsa kosztuje rocznie przedsiębiorców w Stanach Zjednoczonych ponad 250 milionów dolarów. Ponadto wykazano, że konsumenci są w stanie zapłacić więcej za mięso bardziej kruche lub też zakwalifikowane do klasy jakościowej „Premium” [5]. Kruchość jest kształtowana podczas przemian biochemicznych zachodzących postmortem, związanych z degradacją białek miofibrilarnych. Na przestrzeni ostatnich 15 lat naukowcy zajmują się opracowaniem sposobu poprawy kruchości mięsa jeszcze przed dokonaniem

uboju. Do takich metod można zaliczyć podawanie zwierzętom wraz z paszą witaminy D<sub>3</sub>. Witamina D, występująca w organizmach zwierzęcych jako cholekalcyferol oraz jej aktywne metabolity 25-hydroksywitamina D (kalcydiol) i 1,25-dihydroksywitamina D (kalcytriol), wpływa bezpośrednio oraz pośrednio na wychwytywanie jonów wapnia i fosforu z jelit i przekazywanie ich z krwioobiegiem do mięśni oraz kości. Ponadto stwierdzono, że metabolity witaminy D<sub>3</sub> są od 1,5 do nawet 5 razy aktywniejsze niż podstawowa, niezhydrolizowana forma witaminy D<sub>3</sub> [34]. Witamina D oraz jej metabolity poprzez regulację gospodarki wapniowo-fosforanowej w organizmie wpływają na zwiększenie stężenia jonów wapnia, które niezbędne są do aktywacji enzymów proteolitycznych tzw. kalpain, odpowiedzialnych za kruszenie mięsa [32].

Celem artykułu jest podsumowanie danych literaturowych dotyczących budowy, pełnionych funkcji oraz mechanizmu działania witaminy D<sub>3</sub> w organizmie oraz próba odpowiedzi na pytanie – w jaki sposób witamina D<sub>3</sub> może przyczynić się do poprawy kruchości kulinarnego mięsa wołowego.

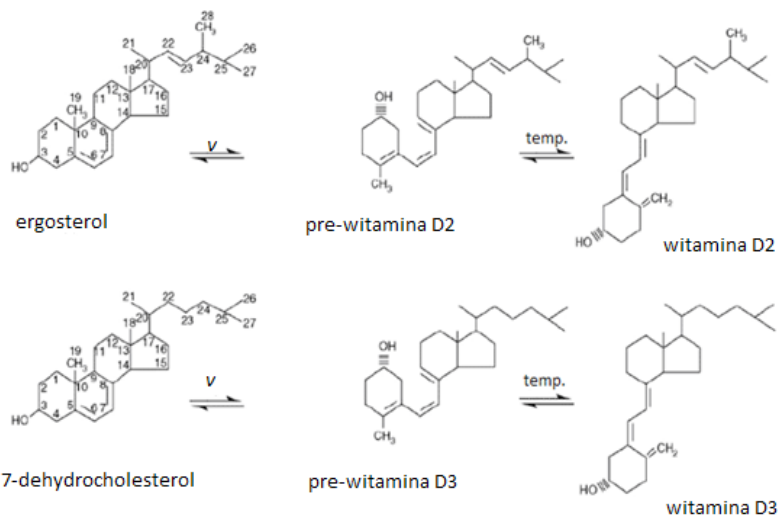
## BUDOWA CHEMICZNA I METABOLIZM WITAMINY D<sub>3</sub>

Witamina D<sub>3</sub>, cholekalcyferol, to witamina rozpuszczalna w tłuszczach wywodząca się z cholesterolu. Zbudowana jest z czterech pierścieni węglowych oraz jednego łańcucha bocznego (rysunek 1). Ponadto z powodu obecności jednego „zerwanego” pierścienia węglowego (B), witamina D została zaliczona do związków sekosteroidowych.

W organizmie istnieją dwa źródła witaminy D – 80% tej witaminy pochodzi z syntezy skórnej pod wpływem działania światła słonecznego lub promieniowania UVB, zaś pozostałe 20% dostarczane jest do organizmu wraz z pożywieniem. Najbardziej aktywną biologicznie formą witaminy D jest kalcytriol czyli podwójnie zhydrolizowana forma – 1 $\alpha$ ;25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. Związek ten jest niemalże 1000-krotnie aktywniejszy niż kalcydiol. Kalcytriol bardzo często zwany jest też hormonem witaminowym. Wspomnianą wcześniej aktywność biologiczną witaminy D uzyskuje w wyniku procesu hydroksylacji przebiegającego w wątrobie oraz w nerkach. Przedtem jednak w skórze dochodzi do termicznej izomeryzacji prowitaminy D<sub>3</sub> pod wpływem promieniowania UVB. Kolejny etap aktywacji witaminy D<sub>3</sub> obejmuje wiązanie jej z glikoproteiną DBP tzw. białkiem wiążącym witaminę D. Białko to syntetyzowane jest w wątrobie i należy do tej samej grupy genowej co albuminy. DBP jest białkiem o masie cząsteczkowej równej 58 kDa., jego głównym zadaniem jest wychwytywanie metabolitów witaminy D i transportowanie ich do wątroby oraz nerek, gdzie ulegają procesowi hydroksylacji katalizowanej przez 25-hydroksylazy do 25-hydroksywitaminy D<sub>3</sub>, a następnie z udziałem 1 $\alpha$ -hydroksylazy do 1 $\alpha$ ;25-dihydroksywitaminy D<sub>3</sub> (rysunek 2) [3, 6, 8, 10, 25, 31, 33, 38].

## MECHANIZM DZIAŁANIA WITAMINY D ORAZ JEJ WPŁYW NA MIĘŚNIE

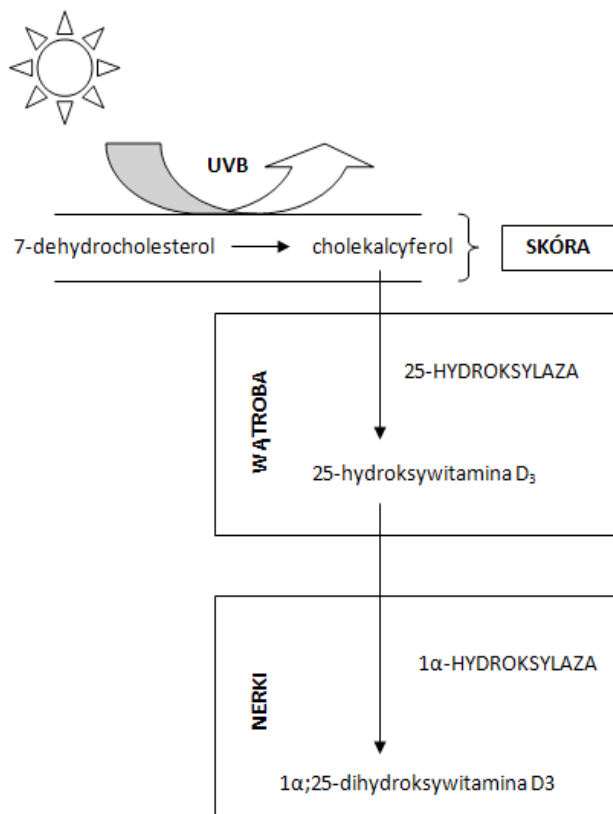
Główną funkcją kalcytriolu w organizmie jest regulacja gospodarki wapniowo-fosforanowej. W wyniku zwiększenia się ilości podwójnie zhydrolizowanej formy witaminy D<sub>3</sub> w osoczu krwi dochodzi do wzrostu poziomu jonów wapnia oraz fosforu. Ponadto każdy spadek stężenia jonów wapnia



Rys. 1. Synteza witaminy D<sub>2</sub> z ergosterolu oraz witaminy D<sub>3</sub> z 7-dehydrocholesterolu.

Fig. 1. The synthesis of vitamin D<sub>2</sub> from ergosterol and vitamin D<sub>3</sub> from 7-dehydrocholesterol.

Źródło: Opracowano na podstawie Chmielewska-Szewczyk D. 2012 [6]



Rys. 2. Schemat syntezy aktywnych form witaminy D<sub>3</sub>.  
Fig. 2. Synthesis scheme of active forms of vitamin D<sub>3</sub>.

Źródło: Opracowano na podstawie Tukaj C. 2008 [39]

we krwi powoduje wzrost aktywności parathormonu, który odpowiedzialny jest za stymulację wytwarzania aktywnej formy witaminy D czyli kalcytriolu (proces zachodzi w nerkach). W konsekwencji krążący w organizmie kalcytriol wpływa na zwiększenie resorpcji wapnia z kości i zmniejszenia ilości parathormonu we krwi.



Kalcytriol oddziałuje na mięśnie w dwojaki sposób: genomowo i pozagenomowo. W obydwu mechanizmach działania pośredniczy receptor VDR: jądrowy (nVDR) w mechanizmie genomowym oraz błonowy (mVDR) w mechanizmie pozagenomowym. Połączenie kalcytriolu z receptorem nVDR powoduje w nim zmiany konformacyjne, które umożliwiają interakcję z receptorem RXR (ang. Retinoid X Receptor). W ten sposób powstaje aktywny heterodimer, który może łączyć się z DNA wpływając tym samym na wyłączenie transkrypcji genów [1, 12, 32].

Poza przedstawionym wyżej mechanizmem kalcytriol może działać również na poziomie komórkowym (wpływ na transport jonów wapnia do tkanek) lub też na poziomie międzykomórkowym (regulacja transportu jonów wapnia przez membrany). Obecność  $1\alpha,25$ -dihydroksywitaminsy  $D_3$  wpływa na aktywację enzymów odpowiedzialnych za proces hydrolizy lipidów inozytolowych, w wyniku której powstają związki ( $IP_3$  – 1;4;5-trifosforan oraz DAG – diacyloglicerol) wiążące się z białkami w błonach kanałów wapniowych inicjując tym samym ich otwieranie [1, 12, 31, 33].

## WITAMINA $D_3$ A KRUCHOŚĆ MIĘSA

W świetle przeprowadzonych dotychczas badań, witamina  $D_3$  stosowana jest w celu poprawy kruchości mięsa kulinarnego. Proces dojrzewania nadający ostateczną formę tekstury mięsa jest determinowany poprzez działanie enzymów wewnątrztkankowych. Enzymy te podzielone są na cztery główne grupy: katepsyny, kalpainsy, kaspazy oraz proteasomy zwane multikatalityczną proteazą. Najistotniejszymi enzymami w procesie dojrzewania są kalpainsy:  $\mu$ - oraz m-kalpainsy, które różnią się między sobą stężeniem jonów wapnia, niezbędnym do ich aktywacji.  $\mu$ -Kalpainsy są aktywne przy stężeniu jonów  $Ca^{2+}$  równym od 3 do 50  $\mu M$ , zaś m-kalpainsy – od 400 do 800  $\mu M$ . W żywym mięśni stężenie jonów wapnia wynosi ok. 0,2  $\mu M$  z kolei po uboju stężenie to gwałtownie wzrasta i wynosi ok. 100  $\mu M$ . Po upływie 72 godzin od uboju dochodzi do spadku aktywności  $\mu$ -kalpainsy co koreluje ze wzrostem kruchości mięsa. Badania przeprowadzone na szczurach wykazały, że najwięcej kalpain znajduje się przy linii Z sarkomerów. 66% całości kalpain stanowią  $\mu$ -kalpainsy, zaś resztę m-kalpainsy oraz kalpastatyny będące inhibitorami kalpain. Stwierdzono również, że kalpainsy usytuowane są w obrębie prążków I oraz A. Takie umiejscowienie kalpain związane jest ściśle z pełnioną przez nie funkcją czyli degradacją białek budujących linie Z oraz prążka I sarkomeru – troponiny T, troponiny I, titiny, nebuliny czy też winkuliny. W wyniku proteolizy tych białek, a w szczególności titiny dochodzi do rozluźnienia struktury mięśni objawiającej się wzrostem kruchości mięsa [2, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 32].

Oprócz teorii tenderyzacji mięsa związanej z działaniem enzymów wewnątrztkankowych istnieje jeszcze jeden mechanizm warunkujący postęp w dojrzewaniu mięsa. Mechanizm ten, opisany w 1996 roku przez Takahashiego, zakłada, że wzrost kruchości mięsa związany jest z bezpośrednim działaniem jonów wapnia, które przyłączając się do fosfolipidów obecnych we włóknach mięśniowych powodują osłabianie ich struktury [37].

Pierwsze badania, wykorzystujące podawanie zwierzętom witaminy  $D_3$  przeprowadzono w 1955 roku w celu

zapobieżenia występowania hipokalcemii u bydła mlecznego. Od tego czasu witamina D podawana była zwierzętom w różny sposób – zazwyczaj w specjalnie przygotowanych kapsułkach lub w postaci zastrzyków domięśniowych. W 1997 roku zapoczątkowano badania dotyczące wpływu skarmiania bydła w końcowym etapie opasu paszą z wysokimi dawkami witaminy  $D_3$  na właściwości fizykochemiczne mięsa kulinarnego. We wspomnianym doświadczeniu analizowano dwie różne dawki witaminy  $D_3$  ( $5 \cdot 10^6$  oraz  $7,5 \cdot 10^6$  IU/dzień) podawane w dwóch różnych odstępach czasowych poprzedzających ubój badanych sztuk zwierząt (5 i 10 dni przed ubojem) oraz ich wpływ na wartości siły cięcia ( $F_{max}$ ) mierzone przy użyciu testu szerometrycznego. Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia zaobserwowano 12,6% wzrost ilości jonów wapnia we krwi zwierząt przy podaniu dawki  $5 \cdot 10^6$  IU/dzień przez 5 dni przed ubojem. W przypadku zwiększenia dawki witaminy  $D_3$  do  $7,5 \cdot 10^6$  IU/dzień i wydłużenia czasu podaży do 10 dni przed ubojem, zanotowano zredukowanie wartości siły cięcia o odpowiednio 18% dla steków wołowych i skrócenie czasu dojrzewania do 7 dni [1].

W kolejnych latach badacze testowali także inne dawki witaminy D dodawane do paszy (od 0 do  $7,5 \cdot 10^6$  IU) oraz ich wpływ na zawartość jonów wapnia we krwi lub mięśniach, a także na kruchość. Wykazano, że dawka  $7,5 \cdot 10^6$  IU wpływa na wzrost stężenia jonów  $Ca^{2+}$  we krwi zwierząt o ok. 50% w porównaniu z grupą kontrolną zwierząt, która dostawała paszę bez dodatku witaminy  $D_3$ . Podobna zależność uzyskana została dla podawania dawki  $5 \cdot 10^6$  IU. Wyniki uzyskane dla wartości siły cięcia przy użyciu testów instrumentalnych zostały potwierdzone przez badania konsumencie [36].

Wszystkie przeprowadzone badania w tej dziedzinie koncentrowały się nie tylko na odpowiednim dobraniu dawki witaminy  $D_3$ . Licznym modyfikacjom ulegały również czas oraz sposoby podawania witaminy. Najczęściej stosowanymi formami podawania witaminy były: żelatynowe kapsułki podawane raz dziennie przed porannym skarmianiem [27, 35], mieszaniny sproszkowanej witaminy  $D_3$  wraz z paszą, której główny komponent stanowiła mielona kukurydza [14, 16, 24, 28, 29, 30, 35, 36, 38] lub też mieszaniny pasz z aktywnymi metabolitami witaminy  $D_3$  m. in. kalcytriolu [4, 5, 7, 23, 40].

Według dostępnej literatury większość badaczy wiąże obniżenie wartości maksymalnej siły cięcia ( $F_{max}$ ) ze wzrostem stężenia jonów  $Ca^{2+}$ , które odpowiedzialne są za aktywację enzymów proteolitycznych (kalpain) wpływających na degradację białek miofibrylarnych [1].

Więcej wyników badań dotyczących wpływu skarmiania zwierząt paszą z dodatkiem witaminy  $D_3$  na kruchość mięsa przedstawiono w tabeli 1.

## PODSUMOWANIE

Jednym z głównych kryteriów determinujących zachowania konsumentów na rynku mięsa jest jego jakość, której wyróżnikiem jest tekstura, a w szczególności kruchość. Długoletnia obserwacja konsumentów krajowych jak i zagranicznych, wykazała iż są oni w stanie zapłacić znacznie więcej za mięso wyższej jakości. W Polsce w ciągu ostatnich

**Tabela 1. Podsumowanie wyników badań, dotyczących wpływu dodatku witaminy D<sub>3</sub> do paszy zwierząt na kruchość mięsa wołowego, prowadzonych na przestrzeni ostatniej dekady**

**Table 1. Summary of studies concerning the effect of the vitamin D<sub>3</sub> addition to the animals feed on beef tenderness, conducted over the last decade**

Autor/Rok publikacji	Stosowane dawki witaminy D <sub>3</sub> [MIU/dzień/zwierzę]	Główne wnioski
Montgomery i wsp., 2000	5; 7,5 podawane przez 9 dni przed ubojem; Czas dojrzewania po uboju 3; 7; 14 i 21 dni	Wzrost zawartości jonów wapnia we krwi; Spadek siły cięcia dla mięśni dojrzewających 14 dni
Scanga i wsp., 2001	1; 2; 3; 4; 5 czystej witaminy D <sub>3</sub> lub witaminy D <sub>3</sub> w dawce 4 lub 5 z dodatkiem 75 g CaCO <sub>3</sub> podawane przez 2; 4; 6 lub 8 dni przed ubojem; Czas dojrzewania po uboju 2; 7; 14 i 21 dni	Wzrost zawartości jonów wapnia we krwi zwierząt dla wszystkich dawek; Brak efektów działania witaminy D <sub>3</sub> podawanej z CaCO <sub>3</sub>
Karges i wsp., 2001	6 podawana przez 4 lub 6 dni; Czas dojrzewania po uboju 7; 14 i 21 dni	Wzrost stężenia jonów wapnia we krwi; Wielkość siły cięcia zależna od rodzaju badanego mięśnia
Montgomery i wsp., 2002	0; 0,5; 1; 2,5; 5; 7,5 czystej witaminy D <sub>3</sub> podawane przez 9 dni (codziennie) przed ubojem; Czas dojrzewania 7; 10; 14 i 21 dni	Wzrost stężenia jonów wapnia we krwi; Skarmianie zwierząt paszą z dodatkiem witaminy D <sub>3</sub> nie wpłynęło na zmiany jakości i wydajności tusz wołowych; Zaobserwowano wzrost zawartości witaminy D <sub>3</sub> w mięśniach i wątrobie zwierząt; Dawka witaminy D <sub>3</sub> 0,5 oraz 7 MIU/dzień spowodowała zmniejszenie wartości siły cięcia
Wertz i wsp., 2004	62,5 lub 125 mg 25-OH D <sub>3</sub> ; Czas dojrzewania po uboju 6 i 14 dni	Brak wyników świadczących o zmniejszeniu wartości siły cięcia
Montgomery i wsp., 2004	0; 0,5; 1 i 5; Czas dojrzewania po uboju 3; 7; 10; 14 i 21 dni	Wzrost stężenia jonów wapnia we krwi; Zmniejszenie siły cięcia
Lawrence i wsp., 2006	125 mg 25-OH D <sub>3</sub> podawane przez 2; 4 i 6 dni przed ubojem	Brak wpływu na barwę mięsa, pH, długość sarkomerów, ubytki masy po obróbce termicznej oraz siłę cięcia
Purchas i wsp., 2007	7µg witaminy D <sub>3</sub> /100 g produktu homogenizowane było z surowym mięsem, a następnie obrabiane termicznie	Brak znaczących różnic w koncentracji witaminy D <sub>3</sub> pomiędzy poszczególnymi mięśniami
Carnagey i wsp., 2008	500 mg 25-hydroksywitaminy D <sub>3</sub> lub mieszanka 500 mg 25-hydroksywitaminy D <sub>3</sub> z 1000 IU witaminy E podawane jednorazowo w postaci kapsułek	Wzrost stężenia jonów wapnia we krwi zwierząt; Wzrost stężenia metabolitów witaminy D we krwi zwierząt; Spadek siły cięcia dla próbek pochodzących od zwierząt skarmianych paszą z dodatkiem witaminy D lub witaminy E, brak analogicznych wyników dla mięsa pochodzącego od zwierząt skarmianych paszą z dodatkiem mieszanki witaminy D i E
Gonzalez i wsp., 2010	0 oraz 7,5 MIU/dzień/sztukę podawano na 7 dni przed ubojem; Czas dojrzewania 10 dni	Zastosowana dawka witaminy D <sub>3</sub> przyczyniła się w znacznym stopniu do poprawy kruchości mięsa
Lobo-Jr i wsp., 2012	0 oraz 2 MIU/dzień/sztukę podawane 2 lub 8 dni (codziennie) przed ubojem	Zastosowana dawka witaminy D spowodowała wzrost stopnia fragmentacji miofibryli
Hansen i wsp., 2012	Zwierzętom podawano Zilpaterol z dodatkiem 7 MIU/zwierzę/ dzień witaminy D <sub>3</sub> ; Skarmianie paszą z wymienioną mieszanką następowało 6 lub 3 dni przed ubojem; Czas dojrzewania po uboju 14 dni	Zaobserwowano wzrost intensywności barwy czerwonej oraz znaczne polepszenie kruchości mięsa

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie: [5, 11, 13, 16, 23, 24, 26, 27, 28, 34, 35, 40]

20 lat spożycie wołowiny spadło z poziomu ok. 16 kg/os/rok (początek lat 90) do 2,4 kg/os/rok (rok 2012). Przyczyny tego zjawiska upatruje się w wysokich cenach tego rodzaju mięsa oraz zbyt zróżnicowanej, często niskiej jakości [22]. Od końca lat 90 rozpoczęto badania mające na celu opracowanie sposobu poprawy kruchości mięsa wołowego jeszcze przed dokonaniem uboju. Przykładem takich działań jest modyfikowanie diety zwierząt poprzez dodatek do pasz witaminy D<sub>3</sub> lub jej aktywnych metabolitów tzn. kalcydiolu lub kalcytriolu. Działanie to ma wpływ na zwiększenie wydalania do osocza krwi jonów wapnia, które biorą czynny udział w aktywacji enzymów proteolitycznych zwanych kalpainami. Enzymy te biorą udział w reakcji proteolitycznej białek miofibrilarnych, a w szczególności białek budujących linie graniczne sarkomerów (linie Z) – titiny i nebuliny. Degradacja tego rodzaju białek wpływa na rozluźnienie struktury mięśni, a co za tym idzie na polepszenie kruchości mięsa. Aby metoda ta miała swoje zastosowanie musi być ustalona odpowiednia dawka witaminy D<sub>3</sub>, jak też częstotliwość jej podażi. Według dotychczas przeprowadzonych badań oraz prognoz naukowców odpowiednio dobrana dawka witaminy D<sub>3</sub> pozwoli nie tylko na poprawę kruchości mięsa, a więc i jego jakości ale także skróci czas dojrzewania mięsa co znacznie przyczyni się do ograniczenia kosztów ponoszonych przez przedsiębiorców z tytułu magazynowania surowca mięsnego.

z białek miofibrilarnych, a w szczególności białek budujących linie graniczne sarkomerów (linie Z) – titiny i nebuliny. Degradacja tego rodzaju białek wpływa na rozluźnienie struktury mięśni, a co za tym idzie na polepszenie kruchości mięsa. Aby metoda ta miała swoje zastosowanie musi być ustalona odpowiednia dawka witaminy D<sub>3</sub>, jak też częstotliwość jej podażi. Według dotychczas przeprowadzonych badań oraz prognoz naukowców odpowiednio dobrana dawka witaminy D<sub>3</sub> pozwoli nie tylko na poprawę kruchości mięsa, a więc i jego jakości ale także skróci czas dojrzewania mięsa co znacznie przyczyni się do ograniczenia kosztów ponoszonych przez przedsiębiorców z tytułu magazynowania surowca mięsnego.

## LITERATURA

- [1] AVANDO-OSORIO G. 2002. The effect of vitamin D<sub>3</sub> on calcium homeostasis of beef steers. Saskatoon. Saskatchewan. Canada, 4-47.
- [2] BHRAMI Y., EHSANIZAD M. 2013. *Effectiveness of calpastatin and calpain genes of meat quality and tenderness in Iranian livestock breeds*. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 3 (8), 13-19.
- [3] BALL G. F. M. 2004. Vitamins. Their role in the human body. Blackwell Science, 189-233.
- [4] CARNAGEY K. M., HUFF-LONERGAN E. J., LONERGAN S. M., HORST R., L., TRENKLE A. H., BEITZ D. C. 2006. *Use of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> and dietary calcium manipulations to improve tenderness of beef*. Animal Industry Report, 652 (1), ASL R2055.
- [5] CARNAGEY K. M., HUFF-LONERGAN E. J., TRENKLE A., WERTZ-LUTZ A. E., HORST R. L., BEITZ D. C. 2008. *Use of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> and vitamin E to improve tenderness of beef from the longissimus dorsi of heifers*. Journal of Animal Science, 86, 1649-1657.
- [6] CHMIELEWSKA-SZEWCZYK D. 2012. *Kontrowersje wokół witaminy D<sub>3</sub>*. Alergia, 2, 14-19.
- [7] FOOTE M. R., HORST R. L., HUFF-LONERGAN E. J., TRENKLE A. H., PARRISH F. C. JR., BEITZ D. C. 2004. *The use of vitamin D<sub>3</sub> and its metabolites to improve beef tenderness*. Journal of Animal Science, 82, 242-249.
- [8] FRASER W. D., MILAN A. M. 2013. *Vitamin D assays: Past and Present debates, difficulties and development*. Calcified Tissue International, 92, 118-127.
- [9] GEESINK G. H., KUCHAY S., CHISHTI A. H., KOOHMARAIE M. 2006. *μ-Calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins*. Journal of Animal Science, 84, 2834-2840.
- [10] GIRGIS C. M., CLIFTON-BLIGH R. J., HAMRICK M. W., HOLICK M. F., GUNTON J. E. 2013. *The role of vitamin D in skeletal muscle: Form, Function and metabolism*. Endocrinology Review, 34 (1), 33-38.
- [11] GONZALEZ J. M., WILL P. A., HARRIS J. K. 2010. *Vitamin D<sub>3</sub> supplementation to goats does not improve loin chop tenderness and color stability*. Texas Journal of Agriculture Natural Resource, 22, 111-122.
- [12] HAMILTON B. 2010. *Vitamin D and Human Sceletal Muscle*. Scandinavian Journal of Medecine and Science in Sports, 20, 182-190.
- [13] HANSEN S., FRYLINCK L., STRYDOM P. E. 2012. *The effect of vitamin D<sub>3</sub> supplementation on texture and oxidative stability of beef loins from steers treated with zilpaterol hydrochloride*. Meat Science, 90, 145-151.
- [14] HOPE-JONES M., STRYDOM P. E., FRYLINCK L., WEBB E. C. 2012. *Effect of dietary beta-agonist treatment, vitamin D<sub>3</sub> supplementation and electrical stimulation of carcasses on colour and drip loss of steaks from feedlot steers*. Meat Science, 90, 607-612.
- [15] HUFF-LONERGAN E., ZHANG W., LONERGAN S. M. 2010. *Biochemistry of postmortem muscle – Lessons on mechanisms of meat tenderization*. Meat Science, 86, 184-195.
- [16] KARGES K., BROOKS J. C., GILL D. R., BREAZILE J. E., OWENS F. N., MORGAN J. B. 2001. *Effects of supplemental vitamin D<sub>3</sub> on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers*. Journal of Animal Science, 79, 2844-2850.
- [17] KEMP C. M., SENSKY P. L., BARDSLEY R. G., BUTTERY P. J., PARR T. 2010. *Tenderness – An enzymatic view*. Meat Science, 84, 248-256.
- [18] KOŁCZAK T. 2008. *Jakość wołowiny*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1 (56), 5-22.
- [19] KOOHMARAIE M. 1994. *Muscle proteinases and meat aging*. Meat Science, 36, 93-104.
- [20] KOOHMARAIE M. 1996. *Biochemical factors regulating the toughening and tenderization proces of meat*. Meat Science, 43, 193-201.
- [21] KOOHMARAIE M., GEESINK G. H. 2006. *Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system*. Meat Science, 74, 34-43.
- [22] KOSICKA-GĘBSKA M., PRZEŹDZIERSKA N., GĘBSKI J. 2010. *Tendencje zmian w spożyciu mięsa wołowego w Polsce w latach 2000-2009*. Problemy Rolnictwa Światowego, 10 (25), 49-59.
- [23] LAWRENCE R. W., DOYLE J., ELLIOT R., LOXTON I., MCMENIMAN J. P., NORTON B. W., REID D. J., TUME R. W. 2006. *The efficacy of vitamin D<sub>3</sub> metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from Bos indicus cattle*. Meat Science, 72, 69-78.
- [24] LOBO-JR A. R., DELGADO E. F., MOURAO G. B., PEDREIRA A. C. M. S., BERNDT A., DEMARCHI J. J. A. A. 2012. *Interaction of dietary vitamin D<sub>3</sub> and sunlight exposure on B. indicus cattle: animal performance, carcass traits, and meat quality*. Livestock Science, 145, 196-204.
- [25] ŁĄCKA K., MACIEJEWSKI A. 2013. *Udział witaminy D w etiopatogenezie autoimmunologicznego zapalenia tarczycy*. Polski Merkurusz Lekarski, 36 (203), 281-285.
- [26] MONTGOMERY J. L., CARR M. A., KERTH C. R., HILTON G. C., PRICE B. P., GALYEAN M. L., HORST R. L., MILLER M. F. 2002. *Effect of vitamin D<sub>3</sub> supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers*. Journal of Animal Science, 80, 971-981.

- [27] MONTGOMERY J. L., PARRISH F. C. JR., BEITZ D. C., HORST R. L., HUFF-LONERGAN E. J., TRENKLE A. H. 2000. *The use of vitamin D<sub>3</sub> to improve beef tenderness*. Journal of Animal Science, 78, 2615-2621.
- [28] MONTGOMERY J.L., KING M. B., GENTRY J. G., BARHAM A. R., BARHAM B. L., HILTON G. G., BLANTON J. R., HORST R. L. JR., GALYEAN M. L., MORROW K. J., WESTER D. B. JR., MILLER M. F. 2004. *Supplemental vitamin D<sub>3</sub> concentration and biological type of steers. II. Tenderness, quality and residues of beef*. Journal of Animal Science, 82, 2092-2104.
- [29] MONTGOMERY J. L., BLANTON J. R. Jr., HORST R. L., GALYEAN M. L., MORROW K. J. Jr., ALLEN V. G., WESTER D. B., MILLER M. F. 2004. *Effect of supplemental vitamin D<sub>3</sub> concentration on concentrations of calcium, phosphorus, and magnesium relative to protein in subcellular components of the longissimus and the distribution of calcium within longissimus muscle of beef steers*. Journal of Animal Science, 82, 2742-2749.
- [30] MONTGOMERY J. L., GALYEAN M. L., HORST R. L., MORROW K. J. Jr., BLANTON J. R. Jr., WESTER D. B., MILLER M. F. 2004. *Supplemental vitamin D<sub>3</sub> concentration and biological type of beef steers. I. Feedlot performance and carcass traits*. Journal of Animal Science, 82, 2050-2058.
- [31] MOSZCZYŃSKI P., PYĆ R. 1999. *Biochemia witamin. Część II. Witaminy lipofilne i kwas askorbinowy*. Wydawnictwo PWN, 50-72.
- [32] NOWAK M. 2005. *Rola kalpain w procesie kruszenia mięsa*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1 (42), 5-17.
- [33] PEŁCZYŃSKA M., JAROSZEWICZ J., ŚWITALSKA M., OPOLSKI A. 2005. *Właściwości biologiczne kalcytriol i jego nowych analogów – potencjalne zastosowanie terapeutyczne*. Postępy Higieny Medycyny Doświadczalnej, 59, 129-139.
- [34] PURCHAS R., ZOU M., PEARCE P., JACKSON F. 2007. *Concentrations of vitamin D<sub>3</sub> and 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> in raw and cooked New Zealand beef and lamb*. Journal of Food Composition and Analysis, 20, 90-98.
- [35] SCANGA J. A., BELK K. E., TATUM J. D., SMITH G. C. 2001. *Supranutritional oral supplementation with vitamin D<sub>3</sub> and calcium and the effects on beef tenderness*. Journal of Animal Science, 79, 912-918.
- [36] SWANEK S. S., MORGAN J. B., OWENS F. N., GILL D. R., STRASIA C. A., DOLEZAL H. G., RAY F. K. 1999. *Vitamin D<sub>3</sub> supplementation of beef steers increases longissimus tenderness*. Journal of Animal Science, 77, 874-881.
- [37] TAKAHASHI K. 1996. *Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat. The non-enzymatic mechanism of meat tenderization*. Meat Science, 43, 67-80.
- [38] TIPTON N. C., KING D. A., PASCHAL J. C., HALE D. S., SAVELL J. W. 2007. *Effects of oral vitamin D<sub>3</sub> supplementation and supplement withdrawal on the accumulation of magnesium, calcium, and vitamin D in the serum, liver, and muscle tissue and subsequent carcass and meat quality of Bos indicus influenced cattle*. Meat Science, 75, 150-158.
- [39] TUKAJ C. 2008. *Właściwy poziom witaminy D warunkiem zachowania zdrowia*. Postępy Higieny Medycyny Doświadczalnej, 62, 502-510.
- [40] WERTZ A. E., KNIGHT T. J., TRENKLE A., SONNON R., HORST R. L., HUFF-LONERGAN E. J., BEITZ D. C. 2004. *Feeding 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> to improve beef tenderness*. Journal of Animal Science, 82, 1410-1418.

Dr inż. Anna SADOWSKA

Inż. Emilia SKARŻYŃSKA

Mgr inż. Rita RAKOWSKA

Mgr inż. Justyna BATOGOWSKA

Prof. dr hab. Bożena WASZKIEWICZ-ROBAK

Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## SUBSTANCJE BIOAKTYWNE W SUROWCACH POCHODZENIA ROŚLINNEGO I ROŚLINACH ZIELARSKICH®

### Bioactive substances in plants and herbs®

**Słowa kluczowe:** surowce roślinne, zioła, substancje bioaktywne, fitoterapia.

*Zastosowanie surowców roślinnych i ziół w żywieniu człowieka jest jedną z najstarszych gałęzi medycyny. Substancje bioaktywne pochodzenia roślinnego występują w suplementach diety jako pochodne czyste lub ekstrakty, czy wyciągi. Stosowane są one w profilaktyce różnych schorzeń oraz w terapii chorób przewlekłych. Wykazują przewagę nad preparatami chemicznymi, gdyż są łatwo przyswajalne przez organizm, w większości przypadków nie wywołują efektów ubocznych i nie gromadzą się w organizmie, a ich szkodliwe działanie jest ograniczone. Zioła są naturalnym źródłem substancji korzystnie oddziałujących na organizm ludzki. Zalicza się do nich m.in. glikozydy, saponiny, pektyny, alkaloidy, śluzy, terpeny, związki polifenolowe, składniki mineralne i witaminy, enzymy i barwniki. Należy jednak pamiętać o tym, że niektóre ze składników czynnych ziół mogą mieć działanie niepożądane lub nawet toksyczne.*

**Key words:** plants, herbs, bioactive substances, phytotherapy.

*The use of plant materials and herbs in human nutrition is one of the oldest branch of medicine. Bioactive substances of plant origin are popular in food supplements as pure derivatives or extracts. They are used in the prevention of various diseases and in the treatment of chronic diseases. They exhibit advantages over chemical preparations, because they are easily digested by the body, and in most cases do not cause side effects and do not accumulate in the body, and their adverse effects is limited. Herbs are natural sources of the substance that favorably act on the human body. These substances include a wide group of compounds, such as: glycosides, saponins, pectin, alkaloids, locks, terpenes, polyphenolic compounds, minerals and vitamins, enzymes and dyes. However, be aware that some of the active ingredients of herbs can cause an adverse reaction or even toxic.*

### WSTĘP

Badania nad bioaktywnymi czynnikami zawartymi w żywności i ich wpływem na zdrowie człowieka prowadzone są od kilkudziesięciu lat. Sztuka lekarska pierwotnie opierała się na ziołolecznictwie. Dla ówczesnego człowieka surowce roślinne w tym zioła stanowiły podstawowe narzędzie w walce z bólem, dolegliwościami trawiennymi, pomagały tamować krwawienie, czy też przyczyniały się do szybszego gojenia ran. Współczesna medycyna potwierdza lecznicze właściwości wielu roślin znanych już w starożytności [9]. W dzisiejszych czasach, choć istnieje możliwość korzystania z ogromnej ilości łatwo dostępnych środków farmakologicznych, nadal istnieje szerokie grono zwolenników fitoterapii. Dzieje się tak ze względu na łagodny sposób działania ziół, w większości przypadków dobrze tolerowany przez organizm człowieka i nie wywołujący skutków ubocznych [11]. Udowodniono w wielu przypadkach, że bioaktywne związki mogą pomagać w zapobieganiu występowania wielu chorób określanych mianem cywilizacyjnych lub dietozależnych [15]. Bardzo popularne w żywieniu człowieka są rośliny i zioła będące źródłem różnych składników bioaktywnych, wykazujących silne właściwości przeciwutleniające [1, 5, 12].

Na rynku produktów wykazujących właściwości prozdrowotne wzrasta obecnie znaczenie przetworów zielarskich

jako składników funkcjonalnych nowych asortymentów żywności m.in. suplementów diety, w postaci koncentratów, toników, kropli oraz tabletek, czy kapsułek. Wzrasta również zainteresowanie kosmetykami naturalnymi, zawierającymi wyizolowane substancje pochodzenia roślinnego lub rośliny odpowiednio przetworzone – ekstrakty, wyciągi, maceraty [9].

**Celem artykułu jest przedstawienie najważniejszych właściwości substancji bioaktywnych zawartych w surowcach roślinnych i ziołach ze szczególnym uwzględnieniem produktów metabolizmu wtórnego roślin.**

### SUBSTANCJE CZYNNIE WYSTĘPUJĄCE W ROŚLINACH LECZNICZYCH

Substancje czynne, które występują w roślinach leczniczych można podzielić na dwie podstawowe grupy. Pierwszą z nich stanowią produkty metabolizmu podstawowego rośliny (pierwotnego): węglowodany (cukry, gumy, błonnik, śluzy), tłuszcze (kwasy tłuszczowe, fitosterole, skwalen), białka i aminokwasy, witaminy i składniki mineralne, kwasy nukleinowe, enzymy oraz barwniki (np. chlorofile, karotenoidy, betalainy, ryboflawina, indygo, kurkumina) [4]. W drugiej grupie związków znajdują się produkty metabolizmu wtórnego, które nie pełnią podstawowych funkcji

w życiu roślin leczniczych [18], natomiast wykazują działanie profilaktyczne, a niekiedy nawet lecznicze dla organizmu człowieka [3].

Spośród najważniejszych roślinnych substancji czynnych, które stosowane jako dodatki do żywności nadają jej specjalne przeznaczenie żywieniowe lub właściwości nazywane prozdrowotnymi, należy wymienić: glikozydy, w tym glikozydy irydooidowe, terpeny, saponiny, związki polifenolowe (flawonoidy, fenole, fenolokwasy, fenoloaldehydy), garbniki, alkaloidy, kwasy organiczne, śluz i gumy, olejki eteryczne, żywice i balsamy oraz lignany [24].

Metabolity wtórne pochodzą od substancji podstawowych i stanowią związki niskocząsteczkowe powstające podczas przemiany materii u roślin. Pełnią one różne funkcje ochronne (przed szkodnikami i chorobami) zapachowe, barwiące oraz szereg innych. Przykładem mogą być sterydy roślinne (podobne w funkcji do swoich odpowiedników pochodzenia zwierzęcego, np. cholesterolu) regulujące procesy rozmnażania i transportu przez błony komórkowe oraz fitoaleksyny wytwarzane w roślinach w odpowiedzi na stres (np. na gwałtowne obniżenie temperatury środowiska), mogące wykazywać także działanie antybiotyczne w odniesieniu do określonych bakterii i grzybów atakujących roślinę, czy alkaloidy. Te ostatnie ze względu na gorzki smak i różnicowaną toksyczność chronią rośliny przed szkodnikami, a także regulują biosyntezę białek [8].

W żywieniu człowieka metabolity wtórne wykazują różnicowany wpływ na funkcje organizmu i stosowane są jako składniki roślinne zarówno w preparatach leczniczych, jak i w żywności klasyfikowanej do różnych kategorii, w tym w suplementach diety. Ze względu na rodzaj oddziaływania prozdrowotnego na organizm człowieka, substancje te można sklasyfikować na grupy: [22, 24, 26]:

- ✓ poprawiające funkcjonowanie układu pokarmowego,
- ✓ przyczyniające się do zmniejszenia nadwagi i otyłości – hamujące apetyt i/lub przyspieszające spalanie tkanki tłuszczowej,
- ✓ wykazujące pozytywny wpływ na profil lipidowy we krwi,
- ✓ poprawiające metabolizm węglowodanów,
- ✓ zmniejszające ryzyko chorób krążenia,
- ✓ wykazujące działanie osteogenne lub ochronne na kości,
- ✓ zmniejszające ryzyko chorób nowotworowych,
- ✓ poprawiające ogólną wydolność psychofizyczną.

Poniżej przedstawiono chemiczną charakterystykę wybranych grup substancji bioaktywnych pochodzenia roślinnego oraz omówiono ich korzystne, prozdrowotne działanie na organizm.

## CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH GRUP SUBSTANCJI BIOAKTYWNYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO

**Glikozydy** - są związkami organicznymi, składającymi się z części cukrowej, zwanej glikonem oraz z części niecukrowej zwanej aglikonem [10]. Powstają one w roślinach w wyniku reakcji syntezy cukrów prostych, np. arabinozy,

glukozy (powstałych w procesie fotosyntezy) ze związkami niecukrowymi. Częścią aktywną glikozydu, mającą właściwości lecznicze, jest aglikon. Aglikonami mogą być m.in.: antocyjany, flawonoidy, fenole, laktony, saponina, kumaryna, sterole [18]. W zależności od jakich związków pochodzą aglikony, glikozydy mogą być:

- ✓ pochodnymi fenylopropanu, np. antocyjany, leukoantocyjanidyny, flawony, flawonole, flawanony i chalcony,
- ✓ pochodnymi sterydów, aglikonem jest pochodna steranu, np. glikozydy nasercowe, saponiny sterydowe i glikoalkaloidy sterydowe,
- ✓ cyjanogenne, np. amygdalina (migdały), prunazylna (tarnina, czeremcha, wiśnia, czereśnia), sambunigrina (bez czarny), linamaryna (lnianka, len),
- ✓ fenolowe – zawierające w budowie pierścieni pochodny fenolu (np. hydrochinonowy) oraz cukier (np. glukozę), np. salicyna (zawarta w wierzbach, w kalinie, w wiązówce), echinakozyd (jeżówka), arbutyna (wrzos, mącznica, borówka, grusza, kalina).

Glikozydy, w środowisku kwaśnym, pod wpływem wody oraz specyficznych enzymów zawartych w soku komórkowym rośliny lub wytwarzanych w przewodzie pokarmowym człowieka, ulegają reakcji hydrolizy enzymatycznej. Następuje rozkład glikozydów na dwie części podstawowe – glikon i aglikon [10]. Glikozydy w roślinach wytwarzane są w liściach, natomiast gromadzą się w korzeniach, kłączach, owocach lub nasionach [18]. Świeże rośliny lecznicze charakteryzują się obecnością w swoim składzie glikozydów pierwotnych, które w wyniku odpowiednich procesów przetwórczych (suszenie, przechowywanie) przechodzą w glikozydy wtórne, trwalsze od pierwotnych [10]. Związki glikozydowe dzielone są na grupy pod względem podobieństwa w budowie chemicznej grupy aglikonowej (w antocyjanach grupę aglikonową stanowią antocyjanidyny). Każda z grup wywiera odmienny wpływ na organizm człowieka, jednak wszystkie cechują się wysokimi właściwościami przeciwutleniającymi [6, 27]. Glikozydy przekształcane są przez mikroorganizmy jelitowe na biologicznie aktywne aglikony, które wykazują właściwości toksyczne, mutagenne i karcinogenne [13].

**Saponiny** – to grupa związków glikozydowych, charakteryzujących się szkieletem węglowym składającym się z 30 atomów węgla, będących pochodnymi skwalenu, do którego dołączone są grupy glikozydowe. Część cząsteczki saponiny składa się z aglikonu zwanego sapogeniną lub sapogenolem oraz części cukrowej zawierającej nawet kilkanaście cząsteczek monosacharydów. Ze względu na budowę aglikonu wyróżnia się saponiny triterpenowe (pochodne oleanu, ursanu, frydelanu, lupanu, dammaranu oraz hohanu) i steroidowe (pochodne furostanu i spirostanu). Ze względu na liczbę łańcuchów cukrowych saponiny klasyfikuje się na monodesmozydy, bidesmozydy i tridesmozydy [23]. Saponiny powstają w liściach, a odkładają się pod postacią substancji zapasowych w łądych, korzeniach i kwiatach. Ich aktywność biologiczna jest dość dobrze udokumentowana. Znane jest m.in. ich działanie hemolityczne (zależne od rodzaju aglikonu oraz liczby i budowy łańcuchów cukrowych), właściwości przeciwgrzybiczne, przeciwbakteryjne

i przeciw pasożytnicze, a także antyproliferacyjne [19]. Niektóre z saponin wykazują także działanie adiuwacyjne, jednak jego mechanizm nie jest jeszcze dobrze rozpoznany [16].

**Flawonoidy** – są bardzo liczną i zróżnicowaną pod względem budowy oraz właściwości grupą związków organicznych, które rzadko występują w wolnej postaci, a zazwyczaj połączone z cukrowcami tworzą glikozydy. Stanowią one dużą grupę barwników roślinnych o kolorze od żółtopomarańczowego do bezbarwnego [20]. Charakteryzują się niską toksycznością i występują głównie w wakuolach lub chromoplastach – szczególnie w kwiatach i liściach, a rzadziej w owocach, korze i nasionach. Flawonoidy występują rzadko wśród bakterii, glonów, porostów i mszaków. Aktywność biologiczna flawonoidów uzależniona jest od obecności i orientacji grup czynnych, głównie glikozydowych, hydroksylowych i metylowych. Struktura chemiczna flawonoidów różnicuje je na: flawony, flawonole, flawanony, flawanonole, antocjanidyny, izoflawony i chalkony [8]. Flawonoidy wykazują m.in. działanie antyoksydacyjne, przeciwalergiczne, antyagregacyjne, odtruwające (wiążą metale ciężkie). Niektóre z nich rozkurczają mięśnie gładkie przewodu pokarmowego i dróg żółciowych. Zioła zawierające te związki działają moczopędnie, żółciopędnie oraz ochronnie na wątrobę, obniżają też poziom cholesterolu przeciwdziałając w ten sposób powstawaniu zmian miażdżycowych [10, 18].

**Alkaloidy** – są to związki organiczne o charakterze zasadowym, zawierające w cząsteczce jeden bądź więcej atomów azotu. Naturalne alkaloidy są wytwarzane w roślinie głównie z aminokwasów. Stwierdzono, że z 4 aminokwasów: L-ornityny, L-lizyny, L-tyrozyny i L-tryptofanu powstaje co najmniej 5 tys. alkaloidów [7]. Charakteryzują się one powinowactwem do tkanki nerwowej [10]. Najczęściej są to związki o stałym stanie skupienia, rzadziej ciekłym, trudno rozpuszczalne w wodzie, a dobrze w rozpuszczalnikach organicznych. W roślinach powstają na drodze biosyntezy z aminokwasów oraz ich pochodnych. Ma to miejsce głównie w organizmach młodych oraz w tych częściach pędów i korzeni, które ulegają podziałom komórkowym – tam, gdzie zachodzi intensywna przemiana materii. Duże ilości alkaloidów mogą występować w różnych organach rośliny – spotykane są m.in.: w korze, ogonkach liści, nasionach i łupinach nasiennych [18]. Z powodu różnorodności budowy alkaloidów, nie ma jednoznacznej ich klasyfikacji, jednak najczęściej są grupowane na:

- alkaloidy właściwe – w pierścieniu heterocyklicznym mają wbudowany atom azotu. Ich prekursorami są aminokwasy lub aminy biogenne. Przykładem jest papaweryna powstająca z dopaminy i 3,4-dihydroksyfenyloacetaldehydu,
- protoalkaloidy – mają wbudowany atom azotu w łańcuchu bocznym, a powstają z aminokwasów lub amin biogennych. Do tej grupy zalicza się np. efedrynę.
- pseudoalkaloidy – zawierają azot, nie pochodzący od aminokwasów. Został on wbudowany w trakcie biosyntezy do już istniejącego szkieletu. Ich prekursorami są np. irydoidy, sterydy i terpeny. Alkaloidem z tej grupy jest kolchicina.

Różański [17] różnicuje alkaloidy na 6 grup:

- ✓ zawierające azot nie wbudowany w pierścień (np. efedryna otrzymana z liści i łodyg pręśli *Ephedra vulgaris*), pochodne: pirolu, imidazolu, indolu, pirydyny, tropanu,
- ✓ zawierające pierścień chinolinowy, np. cynchonina, kupreina, chinina,
- ✓ zawierające pierścień izochinolinowy, np. papaweryna, narkotyna, berberyna, kuraryna, boldyna, chelidonina (w glistniku – *Chelidonium*), oksykantyna (w głogu – *Crataegus*),
- ✓ alkaloidy morfiny i kryptopiny, np. kodeina, tebaina, kolchicina,
- ✓ alkaloidy karbolinowe – wazycyna, peganina, johimbina.
- ✓ alkaloidy sterydowe – np. solanina, która występuje w formie glikoalkaloidów (w połączeniu z cukrem, np. triozami). Należy tu solanina charakterystyczna dla rodzajów z rodziny psiankowatych *Solanaceae* (młode ziemniaki i niedojrzałe pomidory). W pomidorach zawarta jest także tomatyna o działaniu przeciwwgrzybiczym.

Spośród najbardziej popularnych alkaloidów wymienić należy alkaloidy zawarte w maku: morfinę (silne działanie przeciwbólowe), kodeinę (działanie przeciwbólowe i przeciwkaszlowe), papawerynę (działanie rozkurczowe). Znanne są również alkaloidy syntetyczne, np. amfetamina, metadon, nalokson, pavalon [7].

**Olejki eteryczne** – to substancje lotne, charakteryzujące się słabą lub też silniejszą, przyjemną wonią [2]. Najczęściej są to ciecze, słabo rozpuszczalne w wodzie, a dobrze w rozpuszczalnikach organicznych, które mogą przechodzić do stanu gazowego już w temperaturze otoczenia. Olejek eteryczny jest to mieszanina wielu różnych związków (nawet do kilkudziesięciu) [14], jednak o jego zapachu decyduje jeden, występujący w przewodzie, jak np. mentol w olejku miętowym [18]. Olejki eteryczne występują we wszystkich organach rośliny, magazynowane są natomiast, w specjalnych strukturach tj.: na powierzchni tkanek we włoskach gruczołowych (w niezdrzewiałych częściach nadziemnych rośliny – liście, kwiaty, łodyga), w przewodach olejkowych bądź w zespołach pojedynczych komórek, które wypełnione są olejkiem (zlokalizowanych na zdrzewiałych lub podziemnych organach) [10].

Spośród surowców zielarskich dużą zawartością olejków eterycznych charakteryzują się: koper włoski, mięta, melisa oraz rumianek pospolity. Rośliny te i ich olejki eteryczne znajdują bardzo szerokie zastosowanie w ziołolecznictwie. Olejek miętowy ma działanie przeciwbakteryjne i żółciopędne; olejek koprowy pozytywnie działa na dolegliwości żołądkowe, a olejek melisowy wykazuje działanie uspokajające [18].

**Garbniki** – to pochodne fenolokwasów, łatwo rozpuszczalne w wodzie [21], wykazujące zdolność wiązania się z białkami lub metalami ciężkimi – tworząc trwałe, nierozpuszczalne połączenia. Wiążąc się z białkami na powierzchni błon śluzowych unieczynnają działanie bakterii i ich toksyny. Po połączeniu z sacharydami – stanowią

magazyn cukrów dla rośliny [18]. Wyróżnia się 3 grupy garbników [8]:

- ✓ hydrolizujące (galotaniny) ulegające całkowitej hydrolizie na kwas galusowy i cukry proste,
- ✓ częściowo hydrolizujące (elagenowe),
- ✓ niehydrolizujące (skondensowane) glikozydy kwasu elagenowego nie ulegające dalszej hydrolizie, produkty trwałej kondensacji kilku cząsteczek katechiny.

W wyniku kondensacji kwasu taninowego z różnymi fenolokwasami powstają taniny. Garbniki mają właściwości przeciwzapalne, można je stosować zewnętrznie (wyciągi wodne oraz alkoholowe) bądź wewnętrznie (napary i odwary). Mogą mieć działanie ściągające, stosowane są również przy leczeniu biegunki, jako środki zapierające i antyseptyczne [10]. Taniny hamują krwawienia z drobnych naczyń krwionośnych. Użyte zewnętrznie zmniejszają wydzielanie potu, wykazują też działanie ochronne przed promieniami ultrafioletowymi UV. Substancje te zlokalizowane są głównie w korze, korzeniach oraz w kłęczach, występują również w owocach i nasionach, a także w liściach. Z surowców zielarskich szczególnie bogate w garbniki są liście szalwii [18], owoce borówki, tarniny, czeremchy, kora dębowa, olchowa i wierzbowia [17].

**Gorycze** – są to związki organiczne o gorzkim smaku, nazywane również substancjami gorzkimi [10]. Mogą one być terpenami, alkaloidami (chinina) lub glikozydami (gencjana) [14]. Do najważniejszych właściwości substancji z tej grupy należy pobudzanie trawienia. Gorycze podrażniają zakończenia nerwów znajdujące się w receptorach kubków smakowych, co wywołuje wydzielanie soków trawiennych oraz zwiększa wydolność wątroby. Przyjmowanie ziół zawierających gorycze przed posiłkiem, wzmacnia apetyt oraz zwiększa wydzielanie soków trawiennych. Gorycze występują zawsze z innymi substancjami chemicznymi o innych właściwościach – dlatego też mają także inne działanie np. chmiel zawiera gorycze pobudzające trawienie, ale głównie ma działanie uspokajające [18]. Gorycze znajdują się również w ziele piołunu, korzeniu goryczki i drapacza [10]. Występują także w dziurawcu, estragonie, lawendzie, mniszku lekarskim, krwawniku, majeranku, chmielu, tataraku, imbirze, rucie i w wielu innych roślinach [8].

**Śluzy** – są związkami, które w połączeniu z wodą tworzą żele o galaretowatej konsystencji. Zdolność tworzenia żeli decyduje o właściwościach surowców zielarskich oraz o ich wpływie na ludzki organizm. W roślinach śluzy występują w tzw. komórkach śluzowych. Szczególnie bogate w śluzę są liście podbiału i ślazu oraz korzenie prawoślazu. Zewnętrznie stosowane są lokalnie na skórę (efekt ochronny przed działaniem szkodliwych czynników), łagodzą ból jak również nie dopuszczają do powstawania odczynów zapalnych. Wewnętrznie stosowane są jako środki ochronne, osłaniające i powlekające błony śluzowe górnych dróg oddechowych (szczególnie gardła i krtani), substancje łagodnie przeczyszczające, gdyż nie wchłaniają się z przewodu pokarmowego, środki osłaniające przewód pokarmowy, szczególnie błonę śluzową żołądka i jelit, przed działaniem drażniących czynników. Śluzy dzięki swym właściwościom pęczniającym dają uczucie sytości, a więc znajdują zastosowanie w leczeniu otyłości. Jednakże, wyciągi z roślin

bogatych w śluzę zbyt długo przyjmowane, osłabiają przyswajanie wielu podstawowych składników pokarmowych i zaburzają wchłanianie soli mineralnych oraz witamin [18].

**Pektyny** – to wielocząsteczkowe związki zbudowane z galaktanu, arabanu i z galakturonianu. W roślinach często występują w formie związanej z wapniem (pektynian wapnia) budując ścianę komórkową (tzw. blaszkę środkową). Są substancjami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, zlokalizowanymi po zewnętrznej stronie błony komórkowej rośliny. W kwaśnym środowisku i przy udziale cukrów mają one zdolność tworzenia konglomeratów żelowych. Pektyny występują naturalnie w owocach. Ich dużą ilość zawierają porzeczki, agrest, cytrusy i jabłka. Wśród surowców zielarskich źródłem pektyn są dziki bez czarny (1,40%), berberys (1%), głóg (1,50%) oraz śliwa tarnina (0,73%) [17]. Z punktu widzenia żywieniowego pektyny stanowią ważny składnik diety, pełniąc funkcje błonnika pokarmowego, o wysokiej zdolności wiązania wody – po spożyciu dają uczucie sytości. Wykorzystane jest to w leczeniu otyłości i chorób z zaburzeniami gospodarki cholesterolu. Pektyny z jabłek oraz z grejpfrutów spowalniają tempo wchłaniania cukrów prostych w jelicie cienkim, co jest bardzo ważne przy hipoglikemii [25]. Wykazują one właściwości przeciwzapalne, powlekające, osłaniające oraz zwiększające krzepliwość krwi. Surowce zielarskie bogate w pektyny stosowane są w stanach zapalnych przewodu pokarmowego oraz w przypadku zaburzeń jelitowych i biegunek [18].

**Barwniki.** Do najbardziej popularnych barwników należą: – chlorofile (barwniki zielone), – karotenoidy (karoteny i ksantofile: beta-karoten, annato, likopen, luteina o zabarwieniu żółtym, pomarańczowym, czerwonym, oraz fioletowym), – związki zawierające azot: ryboflawina (żółta), – betalainy, w tym betacyjaniny (od czerwonych do fioletowych), – betaksantyny (żółto-pomarańczowe), – flawonoidy (żółte), – antocyjany (czerwone, fioletowe lub niebieskie w zależności od pH środowiska), – chinony: antrachinony, naftochinony i benzochinony (o barwie żółtej, pomarańczowej, czerwonej do brunatnej), – indygo oraz kurkumina (o barwie żółtej) [8]. Barwniki w roślinach biorą udział w procesie fotosyntezy i w procesach oksydo-redukcyjnych oraz nadają barwę kwiatom, owocom i liściom. W komórkach roślinnych barwniki występują rzadko w postaci wolnej, często są związane z cukrami (jako glikozydy), rzadziej z białkami. Te, które rozpuszczają się w wodzie (antocyjany, betalainy) znajdują się w soku komórkowym, natomiast rozpuszczalne w tłuszczach występują w plastydach (chlorofil w chloroplastach, karotenoidy w chromoplastach). W żywieniu człowieka pełnią one przede wszystkim rolę prowitamin lub substancji o właściwościach przeciwutleniających [4].

## PODSUMOWANIE

Surowce pochodzenia roślinnego i rośliny zielarskie są źródłem wielu substancji czynnych, głównie z metabolizmu wtórnego, mających wielokierunkowe oddziaływanie na organizm człowieka. Stosowane mogą być one w profilaktyce różnych schorzeń oraz w terapii chorób przewlekłych, dietozależnych i innych. Do związków o właściwościach prozdrowotnych zaliczyć można: glikozydy, flawonoidy, alkaloidy, olejki eteryczne, pektyny, garbniki, gorycze, śluzy,



a także barwniki. Właściwości surowców roślinnych i roślin zielarskich sprawiają, że mogą one być pomocne w dolegliwościach trawiennych, w wielu przypadłościach układu oddechowego, nerwowego, moczowego, a ponadto przyczyniają się do szybszego gojenia ran. Spożywanie znanych owoców i warzyw będących źródłem takich substancji w codziennej diecie jest bezpieczne i nie wywołuje skutków ubocznych. Natomiast spożywanie niektórych ziół wymaga znajomości ich oddziaływania na organizm, a także kontroli spożycia pod względem ilościowym, gdyż niektóre ze składników czynnych ziół, mogą mieć działanie niepożądane lub nawet toksyczne.

## LITERATURA

- [1] AOSHIMA H., HIRATA S., AYABE S. 2007. *Antioxidative and anti-hydrogen peroxide activities of various herbal teas*. Food Chemistry, 103, 617-622.
- [2] ARGYROPOULOU C., DAFERERA D., TARANTILIS P. A., FASSEAS C., POLISSIOU M. 2007. *Chemical composition of the essential oil from leaves of Lippia citriodora H.B.K. (Verbenaceae) at two developmental stages*. Biochemical Systematics and Ecology, 35, 831-837.
- [3] BIESALSKI H. K., DRAGSTED L. O., ELMADFA I., GROSSKLAUS R., MÜLLER M., SCHRENK D., WALTER P., WEBER P. 2009. *Bioactive compounds: definition and assessment of activity*. Nutrition, 25, 11-12, 1202-1205.
- [4] BOŁONKOWSKA O., PIETROSIUK A., SYKŁOWSKA-BARANEK K. 2011. *Roślinne związki barwne ich właściwości biologiczne oraz możliwości wytwarzania w kulturach in vitro*. Biul. Wydz. Farm. WUM, 1, 1-27.
- [5] BUYUKBALCI A., NEHIR E. S. 2008. *Determination of in vitro antidiabetic effects, antioxidant activities and phenol contents of some herbal teas*. Plant Foods for Human Nutrition, 63, 27-33.
- [6] CAPECKA E., MARECZEK A., LEJA M. 2005. *Antioxidant activity of fresh and herbs of some Lamiaceae species*. Food Chemistry, 93, 223-226.
- [7] CHRZANOWSKA M., JASIEWICZ B., PRZYBYŁ A. K. 2010. *Chemia alkaloidów*. Skrypt. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydziału Chemii UAM, Poznań.
- [8] Farmakognozja Online. <http://www.farmakognozja.farmacja.pl>. Internet z dnia 23.06.2013 r.
- [9] JAMBOR J. 2007. *Uprawa ziół i przetwórstwo zielarskie w Polsce – stan obecny i perspektywy rozwoju*. Herba Polonica, 53, 2, 22-24.
- [10] KOŁODZIEJ B. 2010. *Uprawa ziół Poradnik dla plantatorów*. Wyd. PWRiL Sp. Z o.o., Poznań.
- [11] LAMER-ZARAWSKA E., KOWAL-GIERCZAK B., NIEDWOROK J. 2007. *Fitoterapia i leki roślinne*. PZWL, Warszawa.
- [12] NAITHANI V., NAIR S., KAKKAR P. 2006. *Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content*. Food Research International, 39, 176-181.
- [13] NOWAK A., LIBUDZISZ Z. 2008. *Karcynogenna aktywność mikroorganizmów jelitowych*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6, 61, 25-39.
- [14] OLSZEWSKA-KACZYŃSKA I. 2003. *Substancje wtórnej przemiany materii, Charakterystyka głównych gatunków roślin leczniczych: dziurawiec zwyczajny, fiolek trójbarwny, kminek zwyczajny, krwawnik pospolity, len zwyczajny, lipa drobnolistna, mniszek pospolity, pokrzywa zwyczajna, skrzyp polny* [w:] Suchorska – Tropiło K., Olszewska-Kaczyńska I.: Botanika lekarska. Wyd. SGGW, Warszawa.
- [15] PIESZKA M., PIETRAS M. P. 2010. *Nowe kierunki w badaniach żywieniowych – nutrigenomika*. Roczn. Zoot., 37, 2, 83-103.
- [16] POMORSKA-MÓL M., KWIT K. 2011. *Adiuwacyjne właściwości ziół*. Medycyna Wet., 67, 7, 449-452.
- [17] RÓŻAŃSKI H. 2013. *Zielarstwo i metody fitoterapii: O ziołach i preparatach ziołowych, dzieje fitoterapii* [w:] Poradnik zielarski: <http://www.rozanski.ch/fitoterapia1.htm>. Internet, 14.06.2013.
- [18] SENDERSKI M. E. 2004. *Prawie wszystko o ziołach*. Podkowa Leśna – Warszawa.
- [19] SPARG S.G., LIGHT M. E., VAN STADEN J. 2004. *Biological activities and distribution of plant saponins*. J. Ethnopharmacol., 94, 219-243.
- [20] SUCHORSKA-TROPIŁO K. 2003. *Surowce roślinne i ich klasyfikacja, Charakterystyka głównych gatunków roślin leczniczych: biedrzynek anyż, koper włoski, melisa lekarska, mięta pieprzowa, rumianek pospolity, szalwia lekarska* [w:] Suchorska-Tropiło K., Olszewska-Kaczyńska I.: Botanika lekarska. Wyd. SGGW, Warszawa.
- [21] ŚWIETLIKOWSKA K. 2008. *Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- [22] ŚWIETLIKOWSKA K., HALLMANN E., SŁAWIŃSKA J., REMBIAŁKOWSKA E. 2013. *Ocena zawartości związków polifenolowych ogółem, w tym kwasów fenolowych i flawonoidów w różnych odmianach miodów ekologicznych i konwencjonalnych*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 34-37.
- [23] VINCKEN J. P., HENG L., DE GROOT A. 2007. *Gruppen, H. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom*. Phytochem., 68, 275-297.
- [24] WASZKIEWICZ-ROBAK B., ŚWIDERSKI F. 2009. *Nutraceutyki, dodatki prozdrowotne i bioaktywne składniki żywności*. Przemysł Spożywczy, 63, 9, 38-42.
- [25] WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2005. *Pektyny i ich zastosowanie w przemyśle spożywczym*. Agro Przemysł, 4, 25-27.
- [26] WIECZOREK C., BILSKA B., PRZYBYLSKI W., KŁOCEK A. 2013. *Wpływ sposobu obróbki cieplnej na poziom polifenoli w świeżych i mrożonych brokułach*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 34-37.
- [27] ZUJKO M., WITKOWSKA A., KIERNOZEM B. 2005. *Aktywność antyoksydacyjna naparów ziołowych*. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 37S, 189-191.

Mgr inż. Małgorzata MOCZKOWSKA

Dr inż. Andrzej PÓLTORAK

Dr inż. Jarosław WYRWISZ

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

## WPŁYW TRENDÓW ŻYWIENIOWYCH NA PROJEKTOWANIE NADZIEWANYCH ZBOŻOWYCH PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH®

Influence of nutrition trends on filled, cereal food product design®

**Słowa kluczowe:** nowy produkt, trendy żywieniowe, zbożowy produkt dwurodny, koekstruzja.

*W artykule przedstawiono proces opracowywania nowych produktów spożywczych z wyszczególnieniem etapów procesu. Przedstawiono definicję i klasyfikację nowego produktu. Zaprezentowano obecne trendy żywieniowe i ich wpływ na projektowanie nowych wyrobów. Zwrócono szczególną uwagę na składniki bioaktywne oraz składniki podnoszące wartość prozdrowotną produktów spożywczych. Scharakteryzowano nowe rozwiązania technologiczne wykorzystywane w produkcji wyrobów zbożowych nadziewanych. Projektowanie nowych produktów spożywczych jest procesem wieloetapowym, który uwzględnia koncepcję, etap wstępny, opracowanie nowego produktu w skali laboratoryjnej i półtechnicznej, zaawansowane opracowywanie produktów i wdrożenie technologii do produkcji. Właściwe przeprowadzenie każdego z tych etapów determinuje sukces nowego produktu wprowadzonego na rynek. Przy projektowaniu nowych produktów powinny być brane pod uwagę potrzeby i oczekiwania konsumenta, które skupiają się obecnie na redukcji kaloryczności, obniżeniu soli, tłuszczu oraz węglowodanów prostych. Projektowanie nowych produktów spożywczych zapewnia przewagę konkurencyjną, a tym samym zwiększa szanse rozwoju przedsiębiorstwa. Produkty zbożowe nadziewane, ze względu na wysoką aplikacyjność stanowią rozwijającą grupę żywności.*

**Key words:** new product; nutrition trends, filled, cereal product; coekstrusion.

*In this work process of new food product development with specified stages, definition and classification of new product were presented. The newest nutrition trends their influence on new product development were described, with a special attention payed to functional food and food enrichment. New technological solutions used in production of filled cereal food products and thermal treatment and packing methods were characterized. The new products design is a multi-stage process which consider following stages: concept, preliminary stage, design of the new product in laboratory and half-technique scale, advanced product design and new technology deployment. Appropriate every of stages performing determine success of new products placed on the market. Consumer's needs and expectation should be taken into account, which concentrate currently on calories reduction, lowering the salt, lipids and carbohydrates content. New products design offer competitive advantages in terms of market access and improve the chance of company development. Filled cereal products represent development group of food due to their high application.*

### WSTĘP

Projektowanie nowych produktów spożywczych rozwija się bardzo dynamicznie. Silna konkurencja wynikająca z wysokiego poziomu nasycenia rynku, krótszy cykl życia produktów oraz szybki rozwój nowych technologii wymagają ograniczenia czasu pomiędzy pomysłem, a wprowadzeniem produktu na rynek [22]. Projektowanie i rozwój nowych produktów spożywczych należy do działalności strategicznych, które prawidłowo przeprowadzone umożliwiają osiągnięcie przewagi konkurencyjnej [35]. Taką szansę stwarza projektowanie produktów tworzących nowe kategorie lub rynki, często zaspakajających potrzeby konsumentów lepiej niż wyroby oferowane przez konkurencję. Projektowanie nowych produktów powinno zaczynać się i kończyć przede wszystkim na uwzględnieniu wymagań konsumenta, gdyż jego oczekiwania i końcowa akceptacja decydują w istotnym stopniu o tym, czy produkt osiągnie sukces [19, 34].

Obecnie konsument oczekuje produktów wygodnych, wysokiej jakości, bezpiecznych oraz charakteryzujących się wysoką wartością żywieniową. Jednocześnie powinny one umożliwiać komponowanie diety według własnych potrzeb w oparciu o produkty mające zachowane walory sensoryczne, ale zróżnicowaną kaloryczność [4, 5]. Czynniki determinujące motywacje, którymi kieruje się konsument podczas wyboru odpowiedniego produktu, a także jego potrzeby wpływają na wprowadzanie różnego rodzaju modyfikacji stosowanych procesów i technologii. Producenci często sami poszukują nowych rozwiązań i sposobów przetwarzania oraz utrwalania produktów, które zapewnią im stabilną pozycję na rynku, poszerzą ofertę wyrobów oraz obniżą w części koszty produkcji.

Choroby cywilizacyjne, m.in. otyłość, cukrzyca, miażdżyca oraz nadciśnienie, z którymi zmagają się konsumenci, determinują produkcję wyrobów o obniżonej kaloryczności oraz zredukowanej zawartości tłuszczu, cukrów prostych

i soli (NaCl) [27]. Ponadto takie wyroby powinny charakteryzować się również podwyższoną zawartością związków biologicznie aktywnych, do których między innymi należą: enzymy, *Bifidobacterie*, witaminy i składniki mineralne oraz kwasy tłuszczowe z rodziny n-3. W produktach zbożowych, także nadziewanych szczególnie ważny jest zwiększony udział włókna pokarmowego. Produkty te powinny odznaczać się wygodą i krótkim czasem przygotowywania oraz łatwością przechowywania [32].

Produkty zbożowe nadziewane stanowią rozwijającą grupę żywności. Ich nadzienie mogą stanowić masy serowe, owocowe, warzywne oraz mięsne, a osnową może być ciasto drożdżowe, kruche, półkruche jak również francuskie, co pozwala na opracowanie wielu różnych kombinacji produktów [39].

**Celem artykułu jest przedstawienie procesu opracowywania nowych produktów spożywczych zbożowych nadziewanych w kontekście obecnych trendów żywieniowych.**

## PROJEKTOWANIE NOWYCH PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH

Nowy produkt żywnościowy to taki, który do tej pory nie występował na rynku, jak również produkt o zmodyfikowanym składzie (ulepszony), lub produkt wprowadzony na inny rynek [11, 16, 19]. Jednakże, jak podaje Lenart [22] nowy produkt to też taki, który nie był wcześniej wyprodukowany lub dystrybuowany przez daną firmę. Przebieg opracowywania nowych produktów żywnościowych jest procesem złożonym, wymagającym ścisłej współpracy specjalistów z wielu dziedzin nauki. Uwarunkowany jest wieloma czynnikami, m.in.: sytuacją ekonomiczną na rynku, cechami jakościowymi produktu, preferencjami konsumentów, technologią wytwarzania produktu oraz planem wprowadzania na rynek. Wszystkie te czynniki, są ze sobą powiązane i zależne od siebie [11].

Opracowywanie nowych produktów należy do bardzo precyzyjnych procesów, dlatego też proces powinien być dostosowany do wiedzy, możliwości i zasobów przedsiębiorstwa, ale także czasu i poziomu ryzyka, oraz przede wszystkim stopnia innowacyjności firmy [1]. Kształtowanie nowych produktów spożywczych definiujemy, jako określenie: wymagań dla wyrobów biorąc pod uwagę wyniki badań rynkowych, rodzaju technologii jaką będzie wytwarzany produkt, sposobu wdrożenia go do produkcji oraz strategii wprowadzenia na rynek [11, 26]. Proces opracowywania nowych produktów spożywczych obejmuje pięć głównych etapów:

- koncepcja – obejmuje opracowanie założeń nowego produktu, przede wszystkim rodzaju innowacji, która ma zostać zastosowana (np. modyfikacja istniejącego produktu, czy produkcja całkowicie nowego produktu). Przeprowadzenie dokładnej analizy rynku i konkurencji, pozwala realnie ocenić szanse opracowywanej koncepcji nowego produktu.
- etap wstępny – w którym bardzo ważne jest przygotowanie od strony technicznej. Rozpoczyna się on przeglądem literatury technicznej i patentowej. Na tej podstawie oceniany i dokonywany jest wybór odpowiedniej

technologii. Dobierane są odpowiednie procesy przetwarzania, nie tylko podstawowe, ale także ekstremalne. Na końcu tego etapu, należy określić charakterystykę produktu, porównując go z początkową koncepcją, a także ustalić wymagania jakie ma spełniać opakowanie.

- opracowywanie nowego produktu w skali laboratoryjnej i półtechnicznej – rozpoczyna się od opracowywania wstępnej receptury produktu, zaakceptowanej przez konsumenta. Typowym testem, jest test preferencji, w którym konsument podaje uzasadnienie swojego wyboru. Do przeprowadzenia testu wymagana jest produkcja w skali półtechnicznej, gdyż powinien być on przeprowadzony na odpowiedniej grupie konsumentów (aby wyniki można było uznać za reprezentatywne). Po przeprowadzeniu tego rodzaju testów można ocenić właściwości fizyczne produktu i opakowania. Wartość odżywcza oceniana jest zazwyczaj na podstawie tabel wartości odżywczej oraz aktualnych norm. Końcowym punktem etapu opracowywania nowych produktów spożywczych jest przygotowanie kosztorysu receptury produktu wstępnego, oraz procesu produkcji, a także sprawdzenie wszystkich procedur pod względem zgodności z przepisami prawnymi.
- zaawansowane opracowywanie – weryfikowane są wyniki testu konsumenckiego w celu scharakteryzowania właściwości produktu finalnego, akceptowanego przez konsumentów. Niezbędne jest określenie trwałości produktu, zwłaszcza mikrobiologicznej, podczas handlu i dystrybucji (wyznaczenie terminu przydatności do spożycia). Ponadto przygotowywane są specyfikacje dla surowców, produktów, procesu technologicznego oraz kontroli produkcji. Na tym etapie ma miejsce dobór odpowiedniego opakowania zarówno ze względu na funkcjonalność, jak również opracowanie graficzne i treść etykiety.
- wdrożenie do produkcji – stanowi ostatni etap opracowywania nowych produktów, w którym w ścisłej współpracy pozostają dział produkcji z technicznym (zwiększanie skali produkcji). Ze względu na koszty produkcji i wprowadzanie produktu na rynek, nowe produkty powinny charakteryzować się odpowiednią ceną, którą konsument jest skłonny zapłacić, odpowiednim stosunkiem ceny do ocenianej wartości, powinien zaspokajać potrzeby konsumenta, jak również dostarczać pożądanych wrażeń sensorycznych [36, 40].

Właściwe przygotowanie tych etapów determinuje sukces nowego produktu wprowadzonego na rynek.

Poszczególne fazy procesu projektowania nowych produktów z założenia powinny następować po sobie, jednakże w praktyce bardzo często zdarza się, że niektóre z etapów nakładają się na siebie. Każdy z etapów stanowi nieodzowny element procesu projektowania i pominięcie jednego, może być przyczyną niepowodzenia [26].

## TRENDY ŻYWIENIOWE

Wraz ze wzrastającą świadomością konsumentów na temat oddziaływania żywności na zdrowie człowieka, zaobserwowano w ostatnich latach trend produktów naturalnych, wykazujących działania prozdrowotne ze względu na obecność składników funkcjonalnych [6]. Obecnie projektując

nowy produkt żywnościowy, poszukuje się naturalnych składników, o właściwościach nie tylko prozdrowotnych, ale o licznych funkcjach technologicznych, oraz przede wszystkim bezpieczny dla zdrowia [11, 18]. Nowe produkty pozbawione są wielu niekorzystnie oddziaływujących na zdrowie związków i składników m.in.:

- soli w profilaktyce nadciśnienia,
- cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych w profilaktyce miażdżycy i otyłości,
- cukru w produktach dla diabetyków [24].

Nowe produkty są także wzbogacane w wartościowe składniki takie jak magnez, wapń, błonnik pokarmowy, witaminy czy niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe [12, 24].

Obecnie coraz większą popularnością cieszą się różnego rodzaju snacki, przekąski, w tym także nadziewane, oraz dania nadziewane należące do tzw. małej gastronomii (pierogi, paszteciki itp.) [7]. Produkty dwurodne ze względu na szeroki asortyment cieszą się rosnącym zainteresowaniem konsumentów. Na rynku można spotkać wyroby dwurodne mięsne i bezmięsne (wypełnione niemięsnym nadzieniem). Bardzo popularne stają się też produkty należące do grupy zbożowych nadziewanych. Wyroby te stanowią szeroki asortyment. Ich osnowę może stanowić ciasto drożdżowe, francuskie, półfrancuskie oraz kruche i półkruche. Wypełnieniem mogą być masy serowe, owocowe, warzywne, oraz czasami mięsne [8, 9, 39].

Wzrost świadomości konsumentów na temat wpływu diety na zdrowie, spowodował zwiększenie wymagań odnośnie wartości odżywczej i jakości żywności. Konsument oczekują nie tylko wysokiej jakości (bezpiecznych, wygodnych w użyciu, atrakcyjnych sensorycznie, posiadających właściwości prozdrowotne), produktów, ale przede wszystkim zdrowych. Ze względu na rosnące tempo życia, coraz większą popularność zdobywa żywność wygodna (*convenience*). Żywność ta, inaczej żywność gotowa, przeznaczona jest do bezpośredniego spożycia lub po zastosowaniu krótkotrwałej obróbki cieplnej. Łatwa do przygotowania i wygodna w użyciu, lubiana jest przez konsumentów. Producenci żywności, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom i wymaganiom przed nimi stawianym, oferują wyroby niskokaloryczne, o obniżonej zawartości soli, tłuszczu, węglowodanów prostych oraz wzbogaconych w składniki odżywcze. Wiąże się to z poszukiwaniem takich składników żywności, które posiadałyby wymaganą wartość odżywczą, jednocześnie nie wpływając negatywnie na odczucia sensoryczne tj. smak i konsystencję produktu [39].

Nowe wyroby mają zmieniony profil kwasów tłuszczowych. Ograniczony zostaje udział kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans oraz tłuszczów nasyconych. Zmiany w składzie produktu dotyczą również węglowodanów, cukry proste zamieniane są złożonymi. Wyodrębniono 4 główne kierunki zmian w żywności, dotyczące takich składników jak: węglowodany, tłuszcze, włókno pokarmowe, zawartości soli, oraz kierunek wzbogacanie żywności [3, 10, 43].

W przypadku żywności o obniżonej kaloryczności tak zwanej żywności typu „light”, cukry, takie jak glukoza i sacharoza są zastępowane innymi cukrami, na przykład fruktozą, bądź też sztucznymi substancjami słodzącymi. Konsument oczekuje nie tylko wysokiej wartości żywieniowej,

ale także pozytywnych wrażeń sensorycznych, wywoływanych przez produkt. Mieszaniny środków słodzących, wywołują odczucie słodkiego smaku podobne do wywoływanych przez sacharozę. Technologie uwzględniające stosowanie sztucznych substancji słodzących nie należą do łatwych i prostych, ponieważ sacharoza spełnia wiele funkcji technologicznych m.in. wpływa na temperaturę koagulacji białek, a także kleikowania skrobi, nadaje lepkość i inne właściwości fizyczne [40].

Produkcja wyrobów o obniżonej zawartości tłuszczu opiera się na zastosowaniu przede wszystkim zamienników tłuszczu (substytuty tłuszczu). Dzięki temu możliwa jest redukcja, bądź całkowite jego usunięcie z produktów. Substancje te pod względem spełnianych funkcji teksturotwórczych oraz właściwości sensorycznych przypominają właściwości tłuszczów, mimo że chemicznie przeważnie nimi nie są. Zamienniki charakteryzują się także niższą kalorycznością w stosunku do tłuszczów [17]. Ze względu na liczne funkcje spełniane przez tłuszcz, technologia ta nie należy do najłatwiejszych. Tłuszcz spełnia funkcje emulgatora w produktach mleczarskich, czy sosach sałatkowych, odpowiada za soczystość produktów, oraz przede wszystkim jest nośnikiem substancji smakowo-zapachowych. Obecnie dostępna jest szeroka gama zamienników tłuszczu, zróżnicowanych ze względu na właściwości oraz pochodzenie. Ogólnie substytuty tłuszczu można podzielić na węglowodanowe i białkowe, oraz niskokaloryczne zamienniki tłuszczu. Ich wykorzystanie stwarza możliwość produkcji żywności nowej generacji, niskokalorycznej, o obniżonej zawartości tłuszczu, posiadającej zalety smakowe, i o strukturze charakterystycznej dla produktów o wysokiej zawartości tłuszczów, lecz pozbawionej cholesterolu. Z uwagi na powyższe zalety ich dodatek do pieczywa półcukierniczego i wyrobów ciastkarskich jest bardzo pożądanym [17].

Ważna jest jakość tłuszczu zawartego w produkcie. Najbardziej pożądanym z żywieniowego punktu widzenia są tłuszcze należące do niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), które spełniają w organizmie człowieka szereg pozytywnych funkcji, m.in. są niezbędne do prawidłowego transportu lipidów oraz cholesterolu w organizmie [45].

Włókno pokarmowe ze względu na zróżnicowaną zawartość błonnika oraz cenne właściwości prozdrowotne, stosowane jest do wzbogacania produktów zbożowych. Produkty zbożowe i wyroby ciastkarskie wzbogacone są we włókno pokarmowe za pomocą surowców zawierających duże ilości tego związku, takich jak: otręby, płatki zbożowe czy preparaty błonnikowe. Zastosowanie preparatów błonnikowych w wytwarzaniu nadziewanych wyrobów zbożowych wpływa nie tylko na zwiększenie ilości tego cennego składnika, ale odpowiada również za obniżenie kaloryczności oraz poprawę tekstury produktu finalnego. Możliwe jest, częściowe zastąpienie mąki, bądź tłuszczu w wyrobach piekarskich i ciastkarskich błonnikiem pochodzącym ze zbóż, warzyw, owoców [28]. Preparaty błonnikowe powinny charakteryzować się dużą zawartością substancji balastowych, by już przy minimalnej ilości wykazywały maksymalny efekt żywieniowy oraz odpowiednio zbilansowaną proporcję, pomiędzy frakcją rozpuszczalną, a nierozpuszczalną. Ponadto preparaty te, powinny odznaczać się neutralnymi cechami sensorycznymi tzn. obojętnym smakiem, zapachem, a także

barwą i teksturą jak najmniej wpływającą na cechy gotowego produktu [28, 30]. Dostępne obecnie preparaty błonnika najczęściej stosowane w przemyśle mięsny i piekarniczym charakteryzują się następującymi właściwościami funkcjonalnymi:

- dobrze wiążą wodę, redukując zjawisko synerезy,
- poprawiają teksturę gotowego produktu,
- zwiększają objętość wyrobów,
- charakteryzują się niską kalorycznością,
- posiadają naturalny smak i zapach [28].

Do produkcji preparatów błonnikowych, przede wszystkim wykorzystywane są: otręby (pszenne, jęczmienne, owsiane, ryżowe), rośliny strączkowe (groch, soja), rośliny okopowe (buraki cukrowe i ćwikłowe, ziemniaki), odpady przemysłu owocowo-warzywnego (pozostałości po przerobieniu czarnej porzeczki, melonów, marchwi, pomidorów) oraz słoma owsiana [14, 20].

Występujące na świecie choroby cywilizacyjne wynikające z nieodpowiedniej diety, m.in.: nadciśnienie tętnicze, choroby nerek czy otyłość, spowodowały konieczność redukcji soli w produktach. Obniżenie zawartości soli w produkcie wiąże się z pewnymi trudnościami technologicznymi. Sól zwiększa wodochłonność ciasta, jednocześnie umacniając do pewnego stopnia sieć przestrzenną glutenu, dlatego stosowana jest do produktów piekarskich (w tym i nadzieiwanych) w dużych ilościach. Zredukowanie jej zawartości w produktach, można uzyskać poprzez dodatek błonnika naturalnego, który zwiększa wodochłonność i objętość, przedłużając trwałość produktu i przydatność do spożycia. Składnik ten spowalnia także proces retrogradacji [39].

## TECHNOLOGIE WYKORZYSTYWANE W PRODUKCJI WYROBÓW ZBOŻOWYCH NADZIEWANYCH

Proces nadawania kształtu produktom wielorodnym nosi nazwę formowania żywności i polega na łączeniu dwu lub więcej mas, w wyniku czego powstaje jedna forma, w której wypełnienie otoczone jest osnową [41, 42]. W procesie formowania produktów dwurodnych wykorzystywane są koekstrudery oraz automaty formująco-nadzieiwające [8, 9, 31]. Proces formowania może odbywać się w sposób cykliczny lub ciągły, formowanie periodyczne wykorzystuje odpowiednie formy, które po wypełnieniu surowcem poddawane są działaniu sił mechanicznych, co powoduje lepsze ułożenie produktu, a także zwiększa stabilność jego struktury. W czasie formowania materiał poddawany jest prasowaniu, wprawiany w ruch wibracyjny, czy poddawany procesowi relaksacji, co umożliwia przebieg procesów strukturotwórczych [15].

Do czynników kształtujących jakość produktów nadzieiwanych (koekstrudowanych), należą:

- jakość i rodzaj wykorzystanych surowców do przygotowania osnowy i nadzienia tzn. ilość i jakość związków przede wszystkim skrobiowych i białkowych oraz tłuszczowych, a także wodochłonność i wilgotność surowca,
- właściwości fizyczne mas osnowy i wypełnienia tzn.

sprężystość, lepkość, plastyczność, twardość i temperatura surowców,

- parametry procesu koekstruzji: temperatura, ciśnienie, prędkość podajników ślimakowych, średnica układu plastyfikującego [39].

Ciasto będące plastycznym materiałem może być formowane przy użyciu urządzeń o działaniu ciągłym. Urządzenia te możemy podzielić na cztery podstawowe grupy maszyn: walcujące, wykrawające, formujące, wytłaczające [25, 41, 42]. W celu nadania odpowiedniego kształtu wyrobom należącym do żywności wygodnej, w tym produkcie zbożowym nadzieiwany, wykorzystuje się przede wszystkim proces formowania. W produkcji wyrobów dwurodnych z zamkniętą osnową wykorzystywane są odpowiednie urządzenia, koekstrudery oraz automaty formująco-nadzieiwające [41, 42]. Urządzenia te stosowane są do produkcji wyrobów cukierniczych, czy produktów o różnej konsystencji, kształcie, bądź zróżnicowanej zawartości wypełnienia.

Ekstruzja jest technologią od niedawna wykorzystywaną w produkcji żywności. Należy ona do technologii, które obecnie rozwijają się bardzo dynamicznie, co jest związane z zapotrzebowaniem rynku na nowe, atrakcyjne i kreatywne produkty. Proces ten wywodzi się z termodynamicznej obróbki biopolimerów [38]. Ekstruzja stosowana jest do przetwarzania surowców roślinnych, głównie produktów zbożowych, a w ostatnim czasie coraz częściej do produkcji wielu wyrobów określanych mianem żywności wygodnej [37]. W czasie ekstruzji surowiec zawierający wilgotne składniki skrobiowe i/bądź białkowe jest poddawany gotowaniu i plastyfikowaniu w wyniku jednoczesnego działania temperatury, ciśnienia i mechanicznego ścinania oraz wilgoci [37]. Według Mościckiego [29] „Ekstruzja surowców pochodzenia roślinnego to, w ogólnym zarysie, wytłaczanie materiału sypkiego pod dużym ciśnieniem i przy wysokiej temperaturze”. Produkty otrzymywane w wyniku tego procesu możemy podzielić na:

- półprodukty – wymagające dalszej obróbki technologicznej przed spożyciem,
- wymagające jedynie konfekcjonowania przed wprowadzeniem do obrotu [2].

Do parametrów charakteryzujących proces ekstruzji, należą:

- wilgotność surowca,
- temperatura procesu (może być wysokotemperaturowy, jak i niskotemperaturowy),
- natężenie podawania surowca,
- prędkość obrotowa surowca [15, 29].

Dwa ostatnie parametry wpływają na ciśnienie procesu panujące wewnątrz ekstrudera, dlatego możemy wyróżnić ekstruzję wysokociśnieniową i niskociśnieniową [15, 29].

Proces ekstruzji przeprowadzany jest w urządzeniach zwanych ekstruderami. Główną jednostką roboczą maszyny jest układ plastyfikujący składający się ze ślimaka lub pary ślimaków, umieszczonych w cylindrze. Zadaniem ślimaków jest przecięnięcie i sprężanie oraz przetłaczanie pod ciśnieniem materiału przez specjalną matrycę, która umieszczona jest na końcu ekstrudera. W trakcie obróbki ciśnieniowo-

termicznej surowiec poddawany jest szeregowi procesów m.in. mieszania, zagęszczania, ściskania, ścinania, upłynniania i uplastyczniania. Fizyczne i chemiczne zmiany zachodzące w surowcu zależą od użytych parametrów procesu, a także konstrukcji ekstrudera [29, 44].

W wyniku formowania i wytłaczania wyrobów dwurodnych podczas produkcji wyrobów zbożowych nadziewanych, możliwe jest modelowanie cech fizycznych, poprzez zastosowanie mas wysoko napowietrzonych (np. ciasto drożdżowe, masy serowe i owocowe) oraz wytwarzanie produktów dwurodnych ze zmienną zawartością osnowy do wypełnienia. Technologia ta pozwala projektować innowacyjne produkty zbożowe dwurodne przy zastosowaniu nowych, niekonwencjonalnych połączeń mas, charakteryzujących się różnymi właściwościami strukturalnymi. Tego rodzaju produkty coraz częściej wytwarzane są za pomocą procesu współwytłaczania, w wyniku którego nie powstają istotne zmiany w delikatnych, dobrze napowietrzonych strukturach wyrobów oraz nie są one całkowicie utrwalone termoplastycznie, w przeciwieństwie do procesu ekstruzji [39]. Proces ten należy do niedestruktywnych (nie występuje rozdział faz na płyn i gaz), metod formowania żywności zaliczanych do grupy technologii wysoce zaawansowanych. Wykorzystując ten proces możliwe jest otrzymywanie produktów nie tylko o wrażliwej strukturze i dobrze napowietrzonych (dobrze wysyconych gazem), gdzie wewnętrzne układy białkowo-skrobiowe mają delikatną budowę. Ze względu na panujące warunki, proces koekstruzji pozwala na kształtowanie więcej niż jednofazowych produktów (np. dwufazowe), przy zastosowaniu dwóch niezależnych jednostek podających masy oraz wspólnego układu plastyfikującego [21, 40].

Niedestruktywny proces formowania, w wyniku którego zostaje zachowana struktura, wymaga zastosowania odpowiednich parametrów, a mianowicie niskiego ciśnienia i temperatury [13].

Właściwości reologiczne ciasta (osnowy) i nadzienia (wypełnienia) w dużej mierze wpływają na jakość produktu końcowego. Dlatego dokładne ich poznanie jest bardzo ważne w procesie wytwarzania produktów dwurodnych. Poznając zmiany reologiczne zachodzące w obu komponentach produktów dwurodnych, możemy kontrolować, a także optymalizować parametry procesu pod względem pożądanej jakości produktu jaki chcemy uzyskać. Pod wpływem wysokiej temperatury skrobia traci strukturę krystaliczną i w zależności od temperatury ulega hydrolizie termicznej. Następuje rozkład skrobi, przez co zwiększa się jej przyswajalność. W wyniku połączonego działania ciepła i ścinania następuje także denaturacja białek, co powoduje zmianę ich struktury, dzięki czemu charakteryzują się one większą strawnością [31, 33].

Projektując nowe produkty nadziewane, głównym celem jest uniknięcie wolnych przestrzeni, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na dobór nadzienia, a także ciasta stanowiącego osnowę, także pod względem reologicznym. Istotną rolę odgrywa także prawidłowe dobranie głowicy ekstrudera z wewnętrzną dyszą do nadziewania, zamiast nadziewania poza ekstruderem [31].

Opracowywanie nowych wyrobów dwurodnych determinowane jest przede wszystkim właściwościami mas

tworzących osnowę i wypełnienie. Ich parametry fizyczne i reologiczne decydują o wyborze określonych urządzeń, które kształtują gotowe produkty. Należy pamiętać, że aby uzyskać stabilizację wytworzonego produktu, oprócz przeprowadzenia odpowiedniej obróbki termicznej, należy zastosować właściwe opakowanie [41].

Wraz z rozwojem rynku żywności wygodnej coraz większą popularność zdobywają produkty zbożowe nadziewane, do których m.in. należą nadziewane przekąski, zwane snaczkami, uzyskiwane za pomocą technologii koekstruzji wraz z utrwaleniem termicznym. Mieszanka zbożowa w środku ekstrudera jest podgrzewana powyżej temperatury żelowania skrobi, co prowadzi do ugotowania produktu, który jest bezpośrednio poddany obróbce termicznej. Podczas procesu tego rodzaju koekstruzji zachodzi szereg zmian zarówno w nadzieniu jak i osnowie, głównie z powodu żelowania skrobi, denaturacji białek oraz formowania się kompleksów amylozowo-lipidowych, powodujących zmiany właściwości reologicznych, prowadzących do powstania nowej struktury ciasta [8, 9].

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Projektowanie nowych produktów żywnościowych jest procesem złożonym i precyzyjnym, w który zaangażowani są specjaliści z wielu dziedzin nauki. Uwarunkowany jest on wieloma czynnikami, które są ze sobą powiązane i zależne od siebie. Istnieje wiele kategorii nowych produktów, jedną z nich jest żywność wygodna, do której zaliczamy produkty zbożowe nadziewane. Przy ich opracowywaniu bierze się przede wszystkim pod uwagę cechy fizyczne i reologiczne mas wchodzących w skład produktu dwurodowego, jak również cechy sensoryczne, jakie produkt końcowy powinien posiadać.

Obecne trendy żywieniowe dotyczące ogółu produktów spożywczych, wpływają również na projektowanie produktów zbożowych nadziewanych. Wyroby zbożowe dwurodne charakteryzują się przede wszystkim obniżoną kalorycznością i zawartością tłuszczu, a zwiększoną ilością włókna pokarmowego. Tłuszcze stosowane w produktach zbożowych i ciastkarskich wyróżniają się zmienionym profilem kwasów tłuszczowych. Całkowicie ograniczono udział nasyconych kwasów tłuszczowych a zawartość izomerów trans obniżono do zaledwie 3%. Dodatek błonnika do tego typu produktów: obniża ich kaloryczność, zmniejsza dodatek cukrów prostych, zwiększa wodochłonność, a tym samym obniża zawartość soli w produkcie. Najczęściej produkty zostają wzbogacone w witaminę A i C oraz foliany, a także w składniki mineralne, takie jak wapń, żelazo i magnez.

Proces koekstruzji należy do najnowszych technologii stosowanych do wytwarzania produktów zbożowych nadziewanych. Wykorzystywany jest on w produkcji wyrobów o wrażliwej, delikatnej strukturze oraz wysokim stopniu wysycenia gazem. Najczęściej stosowaną obróbką termiczną tego typu produktów jest gotowanie i pieczenie oraz chłodzenie. Chcąc zapewnić trwałość produktom otrzymywanym w wyniku koekstruzji, należy je odpowiednio utrwalić i zastosować właściwe opakowanie.

Jakość tego typu produktów przede wszystkim zależy od właściwości reologicznych surowców wchodzących

w skład zarówno ciasta jak i nadzienia oraz od ich wzajemnego dopasowania. Dzięki tego rodzaju technologiom możliwe jest opracowywanie i wytwarzanie produktów, które spełnią oczekiwania oraz potrzeby konsumentów.

## LITRATURA

- [1] **ACHREMOWICZ B., KOWALSKI S. 2008.** *Sukcesy i porażki opracowywania nowych produktów spożywczych.* Przemysł Spożywczy, 62, (1), 18-21
- [2] **ATHAR N., HARDACRE A., TAYLOR G., CLARK S., HARDING R., MCLAUGHLIN J. 2006.** *Vitamin retention in extruded food products.* Journal of Food Composition and Analysis, 19, 379-383.
- [3] **BABICZ-ZIELIŃSKA E., ZABROCKI R. 2007.** *Konsument XXI wieku.* Przemysł Spożywczy, 61, 6-8.
- [4] **BETORET E., BETORET N., VIDAL D., FITO P. 2011.** *Functional foods development: trends and technologies.* Trends in Food Science and Technology, 22, 498-508.
- [5] **BROUNS F., VERMEER C. 2000.** *Functional ingredients for reducing the risks of osteoporosis.* Trends in Food Science and Technology, 11, 22-33.
- [6] **CHARALAMPOPOULOS D., WANG R., PANDIELLA S. S., WEBB C. 2002.** *Application of cereal and cereal components in functional food: a review.* International Journal of Food Microbiology, 79, 131-141.
- [7] **CHENG H., FRIIS A. 2010.** *Modelling extrudate expansion in a twin-screw food extrusion cooking process through dimensional analysis methodology.* Food and Bioprocess Technology, 88, 188-194.
- [8] **CINDIO B. de., GABRIELE D., POLLINI C.M., PERESSINI D., SENSIDONI A. 2002a.** *Filled snack production by coextrusion-cooking: Rheological modelling of the process.* Journal of Food Engineering, 52, 67-74.
- [9] **CINDIO B. de., GABRIELE D., POLLINI C.M., PERESSINI D., SENSIDONI A. 2002b.** *Filled snack production by coextrusion-cooking: 2. Effect of processing on cereal mixtures.* Journal of Food Engineering, 54, 63-73.
- [10] **COMMARMOND C. 2007.** *Życ, aby jeść, czy jeść, aby żyć?* Przemysł Spożywczy, 61, 20-21.
- [11] **CZAPSKI J. 1995.** *Wstęp.* [w:] Czapski J. (red.): *Food Product Development-Opracowywanie Nowych Produktów Żywnościowych.* Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań, 7.
- [12] **CZERWIŃSKA D., GRZESZCZAK J. 2013.** *Charakterystyka żywności wzbogaconej w magnez dostępnej na polskim rynku.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 23/24, 2, 116-120.
- [13] **DE PILLI T., SEVERINI C., BAIANO A., DEROSI A., AHALIASS A., LEGRAND J. 2005.** *Effects of operating conditions on oil loss and properties of product obtained by co-rotating twin-screw extrusion of tatty meat: preliminary study.* Journal of Food Engineering, 70, 109-116.
- [14] **DOLATA W., PIOTROWSKA E., MAKALA H., KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWSKA M., OLKIEWICZ M. 2002.** *Wpływ częściowego zastąpienia tłuszczu błonnikiem ziemniaczanym na kształtowanie jakości farszów i drobno rozdrobnionych produktów mięsnych.* Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria, 1(2), 5-12.
- [15] **FICARELLA A., MILANESE M., LAFOFGIA D. 2006.** *Numerical study of the extrusion process in cereals production: Part I. Fluid-dynamic analysis of the extrusion system.* Journal of Food Engineering, 73, 103-111.
- [16] **FULLER W. 2000.** *New Food Product Development-From Concept to Market Place.* Wyd. CRC Press, 1-24.
- [17] **GÓRECKA A., KRYGIER K. 2004.** *Zamienniki tłuszczu w produkcji żywności o obniżonej wartości energetycznej.* Przemysł Spożywczy, 58, 36-42.
- [18] **GUTKOWSKA K., OZIMEK I. 2012.** *Tendencje zmian zachowań konsumentów na rynku żywności.* [W:] Janoś-Kresło M. (red.), *Gospodarstwa domowe w XXI [w:] konsumpcja, jakość życia,* Szkoła Główna Handlowa – Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2012, s. 103-120.
- [19] **GUTKOWSKA K., ŻAKOWSKA-BIEMANS S., SAJDAKOWSKA M. 2009.** *Preferencje konsumentów w zakresie możliwych do zastosowania innowacji w produktach tradycyjnych.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3(64), 115-125.
- [20] **HAĆ-SZYMAŃCZUK E. 2006.** *Wykorzystanie preparatów błonnikowych w przemyśle spożywczym.* Przemysł Spożywczy, 60, 34-36, 57.
- [21] **HUANG D. P., MEROLLA T. 1994.** *Method of making pre-cooked filled pasta products by co-extrusion,* Patent, nr. US 5 296 427.
- [22] **JACOBSEN L. F., GRUNERT K. G., SØNDERGAARD H. A., STEENBEKKERS B., DEKKER LAHTEENMAKI M. L. 2014.** *Improving internal communication between marketing and technology functions for successful new food product development.* Trends in Food Science & Technology, 37(2), 106-114.
- [23] **LENART A. 2008a.** *Projektowanie nowych produktów spożywczych. Cz.I.* Przemysł Spożywczy, 62, 4, 2, 4, 6, 7.
- [24] **LENART A. 2008b.** *Projektowanie nowych produktów spożywczych. Cz.II.* Przemysł Spożywczy, 62, 5, 8, 10-12.
- [25] **LEWICKI P. P. 2005.** *Formowanie i ekstrudowanie.* [w:] Lewicki P.P. (red): *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego.* WNT, Warszawa, 83-92.
- [26] **MAKALA H., OLKIEWICZ M. 2004.** *Zasady opracowywania nowych produktów z uwzględnieniem oczekiwań konsumentów na przykładzie mięsa i jego przetworów.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1(38), 120-133.

- [27] **MARCINIAK-LUKASIAK K., ŻBIKOWSKA A., MARCINKOWSKA LESIAK M. 2012.** *Wpływ dodatku skrobi na jakość smażonych makaronów instant.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 22/41, 2, 25-29.
- [28] **MIELCARZ M. 2004.** Żywieniowe i technologiczne aspekty zastosowania błonnika pokarmowego do produkcji wyrobów piekarskich i ciastkarskich. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 52, 7-9.
- [29] **MOŚCICKI L. 2007.** Ekstruzja i ekstrudery. [w:] Mościcki L., Mitrus M., Wójtowicz A. *Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym.* Wyd. PWRiL, W-wa, 11-29.
- [30] **ONWULATA C. I., KONSTANCE R. P., SMITH P. W., HOLSINGER V. H. 2001.** *Co-extrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products.* Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 34, 424-429.
- [31] **PERESSINI D., SENSIDONI A., POLLINI C. M., GABRIELE D., MIGLIORI M., DE CINDIO B. 2002.** *Filled snack production by coextrusion-cooking: Part 3. A rheological-based method to compare filler processing properties.* Journal of Food Engineering, 54, 227-240.
- [32] **POUTANEN K., SOZER N., DELLA VALLE G. 2014.** *How can technology help to deliver more of grain in cereal foods for a healthy diet?* Journal of Cereal Sciences, 59, 327-336.
- [33] **RIZVI S. S. H., MULVANEY S. J., SOKHEY A. S. 1995.** *The combined application of supercritical fluid and extrusion technology.* Trends in Food Sciences & Technology, 6, 232-240.
- [34] **STEWART-KNOX B., MITCHELL P. 2003.** *What separates the winners from the losers in new food product development?* Trends in Food Science & Technology, 14, 58-64.
- [35] **STOLZENBACH S., W. L. P. BREDIE, BYRNE D. V. 2013.** *Consumer concepts in new product development of local foods: Traditional versus novel honeys.* Food Research International, 52, 144-152.
- [36] **SURMACKA-SZCZEŚNIAK A. 1995.** Opracowywanie nowych produktów spożywczych w USA [w:] Czapski J. (red.): *Food Produkt Development-Opracowywanie Nowych Produktów Żywnościowych.* Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań, 45-62.
- [37] **WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2003a.** Koncentraty zbożowe. [w:] Świdorski F. (red.): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna.* Wyd. WNT, Warszawa, 217-126.
- [38] **WIANECKI M. 2007.** Technologia ekstrudowanych produktów zbożowych z dodatkiem białek zwierzęcych i roślinnych. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Rozprawy, 241, 5-10.
- [39] **WIERZBICKA A. 2005.** Rozprawa habilitacyjna Nr 16. Inżynieria Rolnicza 5(65), Kraków.
- [40] **WIERZBICKA A., BILLER E., PLEWICKI T. 2003.** Wybrane aspekty inżynierii żywności w tworzeniu produktów spożywczych, Wyd. SGGW, Warszawa.
- [41] **WIERZBICKA A., PÓLTORAK A. 2003a.** Maszyny formujące żywność. [w:] Neryng A. (red.): *Wyposażenie zakładów gastronomicznych z elementami techniki i projektowania.* Wyd. SGGW, Warszawa, 38-47.
- [42] **WIERZBICKA A., PÓLTORAK A. 2003b.** Automaty formujące żywność. [w:] Neryng A. (red.): *Wyposażenie zakładów gastronomicznych z elementami techniki i projektowania.* Wyd. SGGW, Warszawa, 48-63.
- [43] **WINWOOD R., MOTT S. 2008.** *Smaczna i zdrowa żywność-zgodnie z oczekiwaniami konsumentów.* Przemysł Spożywczy, 62, 22-23.
- [44] **WOLF B. 2010.** *Polysaccharide functionality through extrusion processing.* Current Opinion in Colloid & Interface Science, 15, 50-54.
- [45] **ZIEMLAŃSKI Ś. 2007.** Tłuszcze. [w:] Gawęcki J., Hryniewiecki L.,: *Żywność Człowieka. Podstawy nauki o żywieniu.* Wyd. PWN, Warszawa, 152-172.



Dr hab. inż. Katarzyna SZWEDZIAK, prof. PO  
Mgr inż. Ewa POLAŃCZYK  
Katedra Inżynierii Biosystemów  
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki  
Politechnika Opolska

## ZINTEGROWANA UPRAWA PIECZAREK Z POŻYTECZNYMI MIKROORGANIZMAMI®

### Integrated cultivation of mushrooms of useful microorganisms®

**Słowa kluczowe:** pieczarki, pożyteczne mikroorganizmy, choroby grzybowe, plon, oprysk.

*W artykule przedstawiono technologię uprawy pieczarek z wykorzystaniem preparatów zawierających pożyteczne mikroorganizmy. Badania prowadzono na obiekcie rzeczywistym w pieczarkarni zlokalizowanej na terenie województwa opolskiego. W czasie eksperymentu analizowano plon pieczarek oraz występowanie chorób. Przeanalizowano 3 dawki preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy.*

**Key words:** mushrooms, beneficial microorganisms, fungal diseases, yield, spray.

*The paper presents the technology of growing mushrooms using preparations containing beneficial microorganisms. The study was conducted on a real object in a mushroom farm located in the province of Opole. During the experiment, analyzed the yield of mushrooms and the occurrence of diseases. Were analyzed with 3 doses of a formulation containing beneficial microorganisms.*

### WSTĘP

W ostatnich latach produkcja pieczarek w Europie Wschodniej rozwija się coraz bardziej dynamiczniej. Wynika to z faktu, że koszty ręcznego zbioru pieczarek w Europie Zachodniej są wysokie, a dostęp do głównych rynków zbytu w Niemczech i Holandii jest nieograniczony. Produkcja pieczarek w Polsce należy do nielicznych działów ogrodnictwa odznaczających się wysoką dynamiką rozwoju. W ostatnich latach produkcja tych grzybów wynosiła ponad 200 tys. ton rocznie [5], co uplasowało nasz kraj na drugim miejscu w Europie, tuż za Holandią i czwartym miejscu na świecie. W Polsce pieczarki mają największy udział w strukturze uprawianych grzybów, który w minionej dekadzie wynosił ponad 90%. Szczególnie w ostatnich latach pieczarki stały się strategicznym produktem w polskim eksporcie produktów ogrodnictwa, tak jak wcześniej jabłka i cebula [1]. Pomimo istotnego znaczenia pieczarkarstwa w Polsce, w krajowej statystyce stosunkowo mało uwagi poświęca się temu sektorowi, a dostępne cząstkowe dane nie odzwierciedlają w pełni znaczenia tego działu produkcji. Produkcja pieczarek w Polsce zaczęła wyraźnie rozwijać się już od połowy lat 60-tych XX wieku. W 1966 r. Polska stała się największym producentem pieczarek w Europie Środkowo-Wschodniej, a na początku lat 70-tych XX w. zajmowała dwunaste miejsce w światowej ich produkcji [2]. Liczba pieczarkarni w Polsce w latach 1965-1987 wzrosła z 600 do 7000, natomiast powierzchnia upraw ze 150 tys. m<sup>2</sup> do 1700 tys. m<sup>2</sup>. Zbiory wzrosły z 1,7 do 42 tys. ton, a dwa lata później osiągnęły już poziom 76 tys. ton. W 1996 r. liczba pieczarkarni w Polsce wynosiła 6312 i była mniejsza (podobnie powierzchnia upraw pieczarek) niż przed transformacją ustrojową, tj. w roku 1987. Jednak zbiory pieczarek w 1996 r. były o prawie 60% wyższe niż w 1987 r., co świadczy o dużym postępie i wyraźnym wzroście produktywności w pieczarkarniach w Polsce [3]. W produkcji pieczarek

w okresie gospodarki centralnie planowanej dominował sektor prywatny, a po transformacji ustrojowej, pod koniec lat 90-tych XX w. należało do niego aż 99,9% pieczarkarni (w tym 99,5% do gospodarstw indywidualnych) i 99,6% powierzchni upraw pieczarek [5]. Wyraźny rozwój produkcji pieczarek w latach 90. XX w. wynikał zatem z tego, że producenci szybko dostosowali się do zasad wolnego rynku, mając duże doświadczenie jeszcze z czasów gospodarki centralnie planowanej.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu pożytecznych mikroorganizmów na podniesienie plonów oraz ograniczenie występowania chorób grzybowych podczas zintegrowanej uprawy pieczarek.**

### CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy zaprezentowanej w artykule było przeanalizowanie wpływu oprysku preparatami zawierającymi pożyteczne mikroorganizmy na rozwój i plon pieczarek. Dodatkowym aspektem prowadzonych badań było prowadzenie obserwacji występowania chorób grzybowych. Badania prowadzone były na obiekcie rzeczywistym – pieczarkarni zlokalizowanej na terenie województwa opolskiego.

Zakres prac obejmował:

- opracowanie metodyki badawczej,
- opracowanie technologii uprawy pieczarek zintegrowanej z pożytecznymi mikroorganizmami,
- założenie doświadczenia w obiekcie rzeczywistym, wyznaczając obszar działania preparatami z pożytecznymi mikroorganizmami oraz kontroli – bez oprysku preparatami z pożytecznymi mikroorganizmami,
- obserwację w odstępach 2 dniowych plantacji,
- analizę wyników,
- wnioski końcowe.

## METODYKA BADAŃ

Badania miały charakter badawczy i eksperymentalny, w związku z opracowaniem nowej dotąd nie znanej technologii uprawy pieczarek. Badania prowadzone były w obiekcie rzeczywistym na terenie województwa opolskiego. Pieczarkarnia składa się z 15 hal uprawowych. Każda hala uprawowa jest wyposażona w komputerowe sterowanie mikroklimatem, pozwala to nad dokładne kontrolowanie warunków panujących w hali. Hala uprawowa posiada wymiary 3500 m<sup>2</sup>, wewnątrz hali znajdują się 2 rzędy regałów, w tym każdy regał wyposażony w 5 półek. Każda półka ma powierzchnię 32 m<sup>2</sup>. Do doświadczenia wykorzystano podłoże fazy III oraz okrywę ciężką torf kompleks. Kompost i okrywa pochodziły z zakupu. W kompoście wysiana była rasa heterozyjna pieczarki białej Sylwan A15, należy ona do grupy pośredniej. Grupa ta charakteryzuje się następującymi cechami: kształt – małe, wypukłe owocniki, podłoże wilgotne, łatwo przerastają, rośnięcie owocników w pierwszym rzucie – łatwe i bardziej wyrównane, szybki wzrost, w drugim rzucie – zawiązki wrażliwe na zbyt wczesne podlewanie, w trzecim rzucie – nie należy nawadniać małych zawiązków [sakson]. Te informacje posiadały wpływ na podejmowanie decyzji związanych z prowadzeniem technologii. W doświadczeniu wykorzystano system uprawowy 30 dniowy. Do badań wykorzystano preparat zawierający pożyteczne mikroorganizmy dostępne na rynku w obrocie handlowym.

Poniżej przedstawiono schemat technologiczny zintegrowanej uprawy pieczarek z pożytecznymi mikroorganizmami.

**Dzień 0** – załadunek, na półki nakładamy podłoże,

**Dzień 1** – przelewnie wodą okrywy, zapobieganie przegrzaniu, stabilizowanie temperatury podłoża,

**Dzień 2** – przelewnie wodą okrywy, zapobieganie przegrzaniu, uregulowanie temperatury podłoża,

**Dzień 3-6** – inkubacja,

**Dzień 7-8** – rozpoczęcie szoku, w zależności od rozwoju podłoża,

**Dzień 9-17** – szok,

**Dzień 18-21** – I rzut, zbiór,

**Dzień 22-23** – podlewanie,

**Dzień 24-26** – II rzut, zbiór,

**Dzień 27-28** – podlewanie,

**Dzień 29-30** – III rzut, zbiór, zakończenie uprawy.

Badania były prowadzone w 4 próbach A, B, C, D i określono następujące parametry:

**A.** Dzień 0 – 1 litr preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 128 litrów wody bezpośrednio aplikowane przy załadunku do podłoża, dzień 1 – 1 litr

preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 480 litrów wody w ostatnim podlewaniu, dzień 23 i 28 podlewanie 200 ml preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 480 litrów wody,

**B.** Dzień 0 – 2 litry preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 128 litrów wody, dzień 1 – 2 litry preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 480 litrów wody w ostatnim podlewaniu, dzień 23 i 28 podlewanie 400 ml preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 480 litrów wody,

**C.** Dzień 0 – 3 litry preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 128 litrów wody, dzień 1 – 3 litry preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 480 litrów wody w ostatnim podlewaniu, dzień 23 i 28 podlewanie 600 ml preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy na 480 litrów wody,

**D.** Próba kontrolna, nie są tutaj stosowane preparaty z pożytecznymi mikroorganizmami.

Badania prowadzono przez 21 dni.

## WYNIKI BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych na obiekcie rzeczywistym – pieczarkarnia uzyskano następujące wyniki badań (Tabela 1.).

Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono wykres plonowania pieczarek oraz występowania chorób uwzględniając dni uprawy oraz trzy proponowane dawki EmFarma Plus w odniesieniu do kontroli (bez oprysku preparatem zawierającym pożyteczne mikroorganizmy)(Rys. 1 i 2).

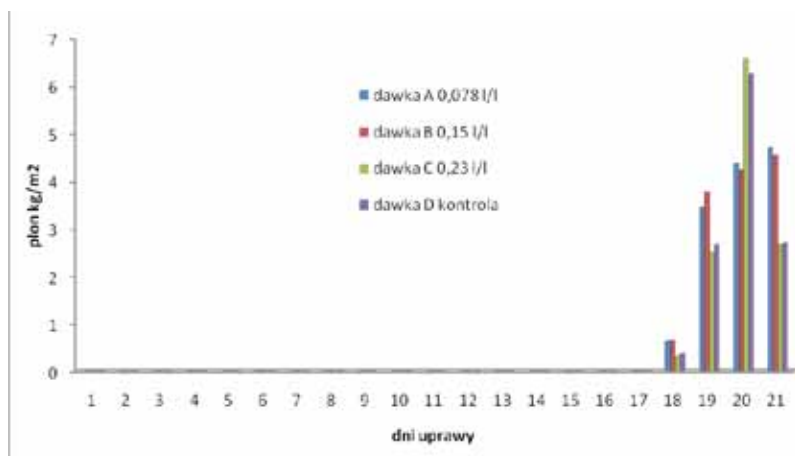
**Tabela 1. Zestawienie uzyskanych wyników w czasie 21 dni uprawy pieczarek, plony dla 3 dawek EM oraz kontroli**

**Table 1. Summary of the results obtained during 21 days of cultivation of mushrooms, yields for 3 doses of EM and control**

Dzień uprawy	Dawka A 0,078l EM/l		Dawka B 0,015 l EM/l		Dawka C 0,23 l EM/l		Dawka D Kontrola	
	Liczba chorób w sztukach	Plon [kg/m <sup>2</sup> ]	Liczba chorób w sztukach	Plon [kg/m <sup>2</sup> ]	Liczba chorób w sztukach	Plon [kg/m <sup>2</sup> ]	Liczba chorób w sztukach	Plon [kg/m <sup>2</sup> ]
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	3	0	3	0	2	0	6	0
16	4	0	5	0	3	0	10	0
17	2	0	2	0	10	0	20	0
18	2	0,62	2	0,63	8	0,31	22	0,37
19	1	3,44	2	3,75	8	2,5	20	2,66
20	0	4,36	0	4,22	0	6,56	0	6,25
21	0	4,69	0	4,53	0	2,66	0	2,69

\* w tabeli podano plony pieczarek w kg/m<sup>2</sup>. Rzeczywista powierzchnia uprawy wynosiła 32m<sup>2</sup>

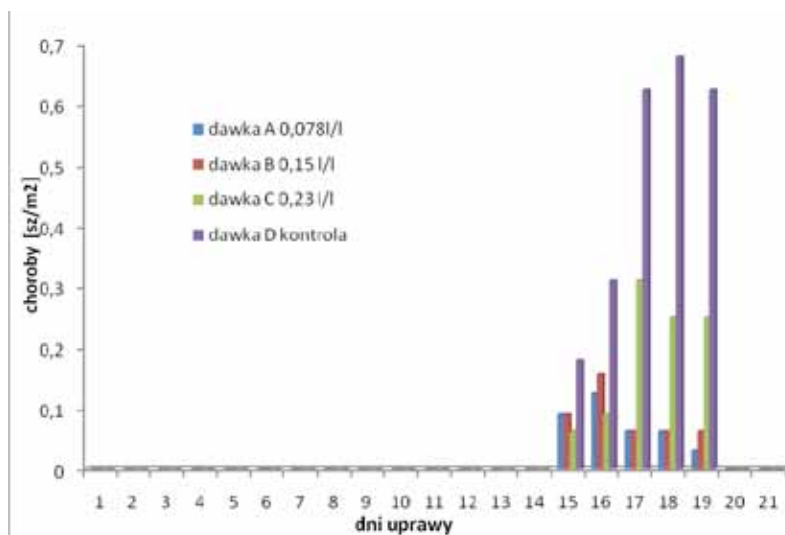
**Źródło:** Badania własne



Rys. 1. Plonowanie pieczarek dla każdego badanego wariantu.

Fig. 1. Yielding mushrooms for each test variant.

Źródło: Badania własne



Rys. 2. Występowanie chorób dla każdego badanego wariantu.

Fig. 2. The occurrence of disease for each test variant.

Źródło: Badania własne

Analizując poszczególne wykresy można powiedzieć, że plonowanie pieczarek dało najlepszy efekt dla dawki 0,23 l EM/l H<sub>2</sub>O w 20 dniu uprawy w stosunku do kontroli i pozostałych dawek. Dawka ta charakteryzowała się wyższym plonem w stosunku do pozostałych o ponad 60%. W dniach 18, 19 i 21 dniu plony średnio spadają o ponad 40%. Przyczyną różnic w plonowaniu w poszczególnych dniach jest to, że stosowanie preparatu zawierającego pożyteczne mikroorganizmy w postaci oprysku EmFarmą Plus powoduje szybszy wzrost i rozwój pieczarek. Pieczarki szybciej otwierają kapelusze w stosunku do kontroli i osiągają większy przyrost biomasy.

Stosowanie preparatu EmFarma Plus ma również wpływ na ograniczenie występowania chorób grzybowych. Choroby grzybowe pojawiają się około dnia 15. Wyraźnie widoczne jest ograniczenie występowania chorób dla wariantu C – dawka 0,23 l EM/l H<sub>2</sub>O. W dniu 16 powyższa dawka wpływa również na mniejsze występowanie (3 krotnie mniej). W dniu 17, 18, 19 obserwuje się najmniejsze występowanie chorób grzybowych dla dawki A – 0,078 l EM/l H<sub>2</sub>O.

## WNIOSKI

Podsumowując badania wykonane w pieczarkarni przy wykorzystaniu preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami o nazwie handlowej EmFarma Plus można powiedzieć:

1. Stosowanie preparatu EmFarma Plus w dawce 0,23 l EM/l H<sub>2</sub>O wpływa znacząco na podniesienie plonów.
2. Stosowanie EmFarma Plus w dawce 0,23 l EM/l H<sub>2</sub>O do połowy trwania cyklu produkcji wpływa na ograniczenie występowania chorób grzybowych, jednak w drugiej połowie cyklu produkcyjnego zaleca się obniżenie dawki do poziomu 0,078 l EM/l H<sub>2</sub>O.
3. Zaleca się kontynuację badań, ponieważ czynniki zewnętrzne i wewnętrzne wpływają na cykl produkcji pieczarek w zintegrowanej uprawie z pożytecznymi mikroorganizmami.

## LITERATURA

- [1] KUBIAK K., KRAJEWSKI A., STRYJEWSKA I., MARYNOWSKI R. 2002. Warzywnictwo w Polsce 1990-2001, Wyd. COBRO, Warszawa.
- [2] MAJCHROWSKA-SAFRYAN A. 2011. Podłoże po uprawie pieczarki potencjalnym źródłem zasobności gleby płowej. Praca magisterska, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach.
- [3] Powszechny Spis Rolny 2002. Uprawy ogrodnicze, 2003, GUS, Warszawa.
- [4] Powszechny Spis Rolny 2010. Uprawy ogrodnicze, 2012, GUS, Warszawa.
- [5] SAKSON N. 2012. Nowa ochrona pieczarki, Poznań.

Doc. dr Marek GRUCHELSKI

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

Dr Józef NIEMCZYK

Institut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur w Warszawie

## POTRZEBY I NIEZBĘDNE DZIAŁANIA W ZAKRESIE AKTYWIZACJI GOSPODARCZO-SPOŁECZNEJ I EKOLOGICZNEJ MAŁYCH GOSPODARSTW ROLNYCH®

Needs and necessary measures for economic, social and environmental  
activation of small farms®

*Małe (drobne) gospodarstwa rolne dominują w rolnictwie unijnym, także polskim. Są z natury bardziej wielofunkcyjne niż wąsko wyspecjalizowane gospodarstwa duże. W sposób beznakładowy (tani) wspierają zrównoważony rozwój gospodarczy, realizując funkcje społeczne, ekologiczne, ale również historyczno-kulturowe. Niestety, w Polsce obserwuje się stagnację produkcyjno-rynkową tych gospodarstw po akcesji do UE. Złożyło się na to wiele uwarunkowań. Jednym z nich jest wdrożenie przez Polskę po akcesji do UE tzw. jednolitej płatności obszarowej (system SAPS – Single Area Payment Scheme), bez płatności do produkcji. Spowodowało to zanik produkcji, zwłaszcza w gospodarstwach małych. Istotną przyczyną regresu produkcji zwierzęcej są również wdrożone po akcesji do UE nadmiernie rygorystyczne, nieżyciowe przepisy administracyjno-weterynaryjne.*

*W obecnej perspektywie finansowo-ekonomicznej 2014-2020, UE proponuje objęcie gospodarstw małych wielostronnym wsparciem administracyjno-ekonomicznym, między innymi poprzez uproszczenie rygorów wynikających z zasady wzajemnej zgodności (cross-compliance rules). Mijamy nadzieję, że polska administracja rolna podejmie z determinacją do tego zagadnienia, a więc zostanie przygotowany i wdrożony kompleksowy program rewitalizacji i rozwoju małych gospodarstw rolnych. Musi to być jedno z działań priorytetowych w polityce rolnej, jeśli chcemy zahamować dalszy regres małych gospodarstw rolnych.*

*Small (minor) farms dominate Polish and EU agriculture. They are inherently more versatile than the narrowly specialized large farms. Thus, they cheaply support sustainable economic development, realizing social, ecological, but also historical and cultural functions.*

*Unfortunately, Poland has witnessed production and market stagnation of these farms after the accession to the EU. This was due to many factors. One of them is the implementation of SAPS – Single Area Payment Scheme after accession to the EU, without production subsidies, which resulted in loss of production, especially in small farms. Another important cause for regression of livestock production are excessively stringent and impractical veterinary administration regulations, implemented after accession to the EU.*

*In the current economic and financial perspective for 2014-2020, the EU proposes to include small farms for multilateral administrative and economic support, including simplifying the rigors of the cross-compliance rules. Hopefully Polish agricultural administration will approach this issue with determination and a comprehensive program of revitalization and development of small farms will be prepared and implemented. This has to be one of the high priority actions in the agricultural policy if we want to stop the further regression of small farms.*

### WSTĘP

Po raz kolejny podejmujemy problematykę małych (drobnych) gospodarstw rolnych w Polsce, tj. gospodarstw wytwarzających rocznie produkcję (*Standard Output*) o wartości od 8 do 25 tys. euro.<sup>1</sup> Jest to problematyka mało upubliczniana lub omawiana często nieobiektywnie, tendencyjnie z nastawieniem pejoratywnym w stosunku do gospodarstw drobnych. Niestety, takie nastawienie reprezentuje duża część polskiego społeczeństwa, a sądząc po dotychczasowych działaniach polityki rolnej – również administracja rządowa i samorządowa. Ma to swoje uwarunkowanie

w polskiej historii gospodarczo-społecznej i politycznej, począwszy od gospodarki feudalno-folwarcznej. Po II wojnie światowej propagowano i forsowano rozwój tzw. rolnictwa uspołecznionego, kosztem gospodarstw indywidualnych (kolektywizacja w latach pięćdziesiątych, tzw. uspołecznienie ziemi w latach siedemdziesiątych). Obecnie, po akcesji Polski do UE, forsowany jest priorytet tzw. rozwojowych, dużych, konkurencyjnych na rynku gospodarstw rolnych, natomiast rozwój gospodarstw drobnych, z natury wielofunkcyjnych (poza produkcją rolno-żywnościową i żywnościową gospodarstwa małe pełnią wiele innych funkcji, np. społecznych, w zakresie dziedzictwa i kultury lokalnej, stabilizacji i ochrony otoczenia ekologicznego) ma znaczenie marginalne w polityce rolnej. Traktowane są one, jako rezerwu-

<sup>1</sup> Warto stwierdzić, że np. gospodarstwa rolne o powierzchni mniejszej niż 5 hektarów użytków rolnych, stanowią w Polsce ok. 55%, natomiast w całej UE (EU-27) ok. 67% ogólnej liczby gospodarstw.

ziemi rolniczej dla gospodarstw rozwojowych<sup>2</sup> oraz przestrzeni pod rozwój budownictwa mieszkaniowego i gospodarczego. Nie ma w polityce rolnej **specyficznych i kompleksowych** działań odnoszących się do drobnych gospodarstw rolnych [1]. Jest to o tyle zrozumiałe, że dotychczas nie było w ogóle takich działań we wspólnej polityce rolnej Unii Europejskiej (UE). Tymczasem sytuacja produkcyjno-rynkowa drobnych gospodarstw rolnych w Polsce po akcesji do UE jest w głębokiej „zapaści” [2]. Mówi się o dezagryzacji wsi (oraz rolnictwa), głównie na skutek zaniku powszechnego kiedyś w gospodarstwach chowu zwierząt gospodarskich.<sup>3</sup> W większości z nich produkcja rolno-żywnościowa, zanikła lub prawie zanikła, zaś grunty rolne tych gospodarstw są uprawiane przez rolników z gospodarstw dużych. Źródłem przychodów tych gospodarstw są więc płatności bezpośrednie [4] oraz praca poza gospodarstwem (w tym dorywcza).<sup>4</sup> Głównymi przyczynami rezygnacji z produkcji rolniczej jest brak możliwości płynnego zbytu produktów na rynku. Stało się tak po załamaniu się działalności (powszechnej przed 1989 rokiem) spółdzielczości zaopatrzenia i zbytu – „Samopomoc Chłopska”, oraz po upadku lub prywatyzacji wielu przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego, wreszcie po redukcji produkcji w niektórych branżach na skutek przyjętych ograniczeń po akcesji Polski do UE, np. w zakresie uprawy lnu, konopi, tytoniu, chmielu, ziemniaków przemysłowych, buraków cukrowych. Spowodowało to także drastyczne restrykcje weterynaryjno-sanitarne, wdrożone po akcesji Polski do UE, które nie są dostosowane do możliwości małych gospodarstw.<sup>5</sup>

2 W literaturze współczesnej, poświęconej kwestiom agrarnym można spotkać tezy o celowej, poniekąd ukrywanej, tzw. dechłopizacji wsi, jako wypadkowej doktrynalnego wspierania gospodarstw rolnych rozwojowych.

3 Istotną przyczyną zaniku chowu zwierząt w gospodarstwach rolnych, jest wdrożenie w Polsce po akcesji do UE systemu jednolitej płatności obszarowej (*single area payment scheme* – SAPS), a więc na hektar, bez premii do produkcji zwierzęcej, np. do danej ilości sztuk np. krów „mamek”, bydła rzeźnego, owiec, czy kóz. Niestety taki system zaakceptowaliśmy w negocjacjach akcesyjnych. Od 2005 roku w UE był wdrażany nowy system płatności, tj. tzw. system płatności bezpośrednich (*single payment scheme* – SPS), generalnie bez możliwości płatności do produkcji, chociaż możliwe jest stosowanie tychże – do 100% w odniesieniu do krów „mamek” (których praktycznie w Polsce nie mamy), do 40% premii rzeźnej dla bydła oraz do 50% premii dla matek owiec i kóz. Niestety, **Polska dopiero w obecnej perspektywie finansowej 2014 – 2020, proponuje premie dla krów (70 euro/szt.), owiec (25 euro/szt.) i kóz (15 euro/szt.)** – por. *Szczegółowy opis systemu płatności bezpośrednich w Polsce w latach 2015-2020*. Materiały Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Wersja internetowa. Wrzesień 2014 r.

4 Z punktu widzenia społeczno-wychowawczego groźnym zjawiskiem na współczesnej wsi polskiej, w tym zwłaszcza w drobnych gospodarstwach rolnych, jest zanik tradycyjnego tu w przeszłości etosu pracy.

5 Odnosi się wrażenie, że **polskie przepisy administracyjno-weterynaryjne są niekiedy bardziej rygorystyczne niż przepisy obowiązujące w innych państwach członkowskich, a ponadto niekiedy są ostrzejsze niż prawo unijne**.

Np. w zakresie uboju gospodarczego zwierząt (na cele własnej konsumpcji) w Rozporządzeniu Rady (WE) Nr 1099/2009 w sprawie ochrony zwierząt podczas ich uśmiercania, w art. 7 ust. 1 do którego odsyła art. 10 (Własna konsumpcja domowa), czytamy – *Uśmiercanie i działania związane z uśmiercaniem przeprowadzane są wyłącznie przez osoby posiadające odpowiedni poziom kwalifikacji...*. O wymogu posiadania świadectwa kwalifikacji mówi dopiero ust 2 art. 7. nieodnoszący się jednak do uboju gospodarczego, dokonywanego przez rolnika, hodowcę zwierząt. Tymczasem, w odpowiednich przepisach polskich istnieje również w odniesieniu do uboju gospodarczego wymóg posiadania takiego świadectwa, co więcej wymóg odbycia przez rolnika, ubijającego swoje zwierzęta przeznaczone do własnej konsumpcji, trzymiesięcznej praktyki w rzeźni (co jak wiadomo jest mało realne, gdyż takimi praktykami dla osób dorosłych rzeźnie nie są w ogóle zainteresowane).

Restrykcje te blokują obrót lokalny, w tym sąsiedzki, zwłaszcza produktami pochodzenia zwierzęcego.

Być może, obecna perspektywa finansowa UE – 2014 – 2020, jest ostatnią szansą na wdrożenie właściwej wieloaspektowej (kompleksowej) polityki rolnej w stosunku do drobnych gospodarstw rolnych w Polsce oraz szansą na rozpoczęcie ich rewitalizacji. Najnowsze ustawodawstwo unijne, daje państwom członkowskim możliwość wdrożenia *Systemu dla małych gospodarstw* (rolnych). W ramach systemu możliwe jest uproszczenie systemu wypłacania dla tych gospodarstw płatności bezpośrednich oraz zliberalizowanie rygorów (administracyjno-sanitarnych) w zakresie zasady wzajemnej zgodności (*cross-compliance rules*).<sup>6</sup>

Szansą są również zalecenia i dokumenty Parlamentu Europejskiego, np. *Projekt Rezolucji Parlamentu Europejskiego w sprawie przyszłości małych gospodarstw rolnych (2013/2096(INI))*.<sup>7</sup> Warto podkreślić, że inspiracją tej Rezolucji [3] jest ogłoszenie przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych roku 2014 Międzynarodowym Rokiem Rodzinnych Gospodarstw Rolnych. Potwierdza to światowy wymiar znaczenia drobnych gospodarstw rolnych, dominujących w zbiorowości gospodarstw rodzinnych, zwłaszcza wobec globalnego wzrostu ludności i deficytu żywności, który może być ograniczany w istotnym stopniu poprzez aktywizację rolnictwa drobnotowarowego.

**Celem artykułu jest omówienie funkcji (zalet) rolnictwa drobnotowarowego oraz niezbędnych działań w zakresie rewitalizacji i aktywizacji gospodarczo-społecznej i innej np. ekologicznej drobnych gospodarstw rolnych w Polsce.**

## FUNKCJE I ZALETY MAŁYCH (DROBNYCH) GOSPODARSTW ROLNYCH

Trafnie i syntetycznie znaczenie małych gospodarstw rolnych ujmuje wspomniana Rezolucja Parlamentu Europejskiego, gdzie w preambule (pkt. C, D, H, O, R, U, s. 4, 5, 6 – pkt. 1) czytamy, że poza produkcją realizują one funkcje:

- ✓ przyrodnicze i krajobrazowe (*przyczyniając się do utrzymania charakterystycznego krajobrazu europejskiej wsi i różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich... małe gospodarstwa rolne stwarzają korzystne warunki dla prowadzenia działalności rolniczej przyjaznej dla środowiska i dbalej o dobrostan zwierząt*). Naszym zdaniem, **istnienie gospodarstw drobnych jest najtańszym sposobem konserwowania i ochrony środowiska naturalnego w ogóle**, zwłaszcza w rejonach cennych ekologicznie;

Świadczy to o słabości polskich procesów legislacyjnych w zakresie polityki rolno-żywnościowej (w tym na etapie uzgodnień resortowych oraz na etapie tzw. *oceny skutków regulacji*, która jest standardowo dokonywana w państwach unijnych), ale najprawdopodobniej jest również poniekąd skutkiem pejoratywnego stosunku (i braku zaufania) do drobnego (chłopskiego) rolnictwa, o czym mówimy we Wprowadzeniu.

6 Patrz – Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE): Nr 1 306/2013 oraz Nr 1 307/2013. Np. w preambule Rozporządzenia Nr 1 306 stwierdza się, między innymi, że rolnicy uczestniczący w systemie małych gospodarstw – *powinni zostać zatem zwolnieni ze stosowania zasady wzajemnej zgodności, a w szczególności z podlegania systemowi kontroli oraz narażenia na stosowanie kar związanych z zasadą wzajemnej zgodności*.

7 Patrz – wersja internetowa z września 2014 roku.

- ✓ społeczne (zapewniając utrzymanie milionom ludzi w Europie i zapobiegając ubóstwu oraz stanowiąc rezerwuari siły roboczej dla przemysłu i innych gałęzi gospodarki takich jak turystyka). Naszym zdaniem, jeśli w Polsce nie występuje masowo zjawisko skrajnego ubóstwa i głodu, to jest ono realne w warunkach wystąpienia kryzysu gospodarczego, czy np. militarne. Nie można tego wykluczyć, biorąc pod uwagę aktualne wydarzenia polityczno-militarne na Wschodzie Europy. Taki kryzys, zwłaszcza długotrwały, mogą istotnie buforować drobne i pracochłonne gospodarstwa rolne. Potwierdzają to zapisy:
  - ✓ pkt. H. Rezolucji: *małe gospodarstwa rolne z reguły są bardziej elastyczne i łatwiej dostosowują się do kryzysów rynkowych;*
  - ✓ pkt. O Rezolucji: *gospodarstwa małe produkujące na własne potrzeby – służą, jako zabezpieczenie przed całkowitym ubóstwem, dostarczając przynajmniej żywności i dochodów na skromnym poziomie;*
  - ✓ pkt. U Rezolucji: *w wielu regionach małe gospodarstwa rolne zapewniają utrzymanie rodzinom, które nie mają możliwości znalezienia innych źródeł dochodu;*
- ✓ kulturowe (*pielęgnować piękne tradycje, zwyczaje ludowe i inne niematerialne wartości historyczne oraz wytwarzając produkty regionalne i tradycyjne;*);
- ✓ stanowią ważny element europejskiego modelu rolnictwa oraz trzon wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich i zrównoważonego rozwoju regionów, jako całości (pkt. 1, s. 6 Rezolucji). Ponadto, w Rezolucji (pkt. R, s. 6) podkreśla się – szczególną rolę małych gospodarstw w podtrzymaniu żywotności niektórych obszarów, takich jak tereny górskie, obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania oraz regiony najbardziej oddalone.

**Odbudowanie produkcji rolno-żywnościowej w drobnych gospodarstwach rolnych, zwłaszcza ekologicznej, mogłoby być ważnym przyczynkiem do neutralizowania zagrożeń zdrowotnych, wynikających z powszechnej konsumpcji żywności schematyzowanej.** Oczywiście niezbędne byłoby (jeden z podstawowych warunków), „odblokowanie” w Polsce obrotu lokalnego żywnością, w tym jej sprzedaży bezpośredniej (z gospodarstw rolnych).

## NIEZBĘDNE DZIAŁANIA W ZAKRESIE AKTYWIZACJI GOSPODARCZO SPOŁECZNEJ MAŁYCH GOSPODARSTW ROLNYCH W POLSCE

W celu ożywienia produkcji rolno-żywnościowej w małych gospodarstwach:

- ✓ Niezbędna jest determinacja administracji rolnej do przygotowania, a następnie wdrożenia **kompleksowych programów rozwojowych** już w obecnej perspektywie finansowej 2014-2020. Sądząc po cytowanych przez nas dokumentach, jest na to unijne przyzwolenie. Jeśli do rozwoju rolnictwa nie podchodzi się doktrynalnie, to naszym zdaniem można z powodzeniem pogodzić rozwój gospodarstw o większym obszarze z rozwojem gospodarstw

drobnoobszarowych. Przykładem może być np. rolnictwo japońskie, gdzie dominują gospodarstwa drobne, a tam gdzie to jest możliwe, funkcjonują duże, nawet pięćdziesięciohektarowe gospodarstwa ryżowe.

- ✓ Konieczne jest pozytywne nastawienie samych rolników (właścicieli drobnych gospodarstw) do podjęcia aktywności produkcyjnej. **Najprawdopodobniej jest już obecnie niemożliwe powszechne zainteresowanie rolników odtwarzaniem i rozwojem produkcji rolno-żywnościowej w gospodarstwach drobnych.** Wielu właścicieli to osoby starsze, nie posiadające następców, wielu z kolei zadowolają przychody z otrzymywanych płatności bezpośrednich i z pracy poza gospodarstwem. Jeszcze inni zajęli się produkcją i usługami pozarolniczymi i nie interesuje ich powrót do intensywnej produkcji rolniczej. Niemniej jednak, wielu drobnych rolników, zwłaszcza w wieku mobilnym, chętnie podejmie wysiłek odtworzenia i rozwoju produkcji rolno-żywnościowej, zwłaszcza w rejonach oddalonych od atrakcyjnych rynków pracy, w rejonach turystycznych, a także na obszarach, gdzie istnieje rynek zbytu (w tym lokalny) danych produktów rolno-żywnościowych. Najbardziej optymalnymi kierunkami produkcji powinny być działalności pracochłonne, np. produkcja owocowo-warzywna, chów drobnych zwierząt (ewentualnie niewielkie stada krów, przy popycie na mleko ze sprzedaży bezpośredniej, np. sąsiedzkiej), przetwórstwo produktów w gospodarstwach rolnych, np. wyrobów mlecznych, mięsnych, zbożowych, ciastkarskich i innych.
- ✓ Niemożliwe jest aktywizowanie produkcyjne małych gospodarstw rolnych bez liberalizacji przepisów administracyjno-sanitarnych i weterynaryjnych. Liberalizacja powinna być na tyle głęboka, aby „odblokować” lokalny obrót produktami rolno-żywnościowymi, poprzez sprzedaż bezpośrednią.
- ✓ Niemożliwe jest właściwe funkcjonowanie małych gospodarstw rolnych na rynku rolno-żywnościowym bez zapewnienia płynnego zbytu wytwarzanych produktów, zwłaszcza surowców. Konieczny jest interwencjonizm państwa w zakresie organizacji małych gospodarstw na rynku, poprzez organizowanie grup producenckich, ale również rewitalizację niektórych gminnych spółdzielni zaopatrzenia i zbytu, zwłaszcza tam, gdzie niemożliwe jest organizowanie grup producenckich. Grupy producenckie z udziałem małych gospodarstw mogą być względnie łatwo organizowane lokalnie, tam gdzie występuje koncentracja danej produkcji, np. ogrodniczej. W przypadku produktów masowych, mniej opłacalnych (ekstensywnych), np. zbóż, gdzie niemożliwe jest organizowanie grupy producenckiej; rolnicy są zmuszeni zbywać produkty na targowiskach lub w obrocie sąsiedzkim (ewentualnie, jak sugerujemy, poprzez spółdzielnie zaopatrzenia i zbytu, w przypadkach gdyby podjęły one działalność skupową).<sup>8</sup>
- ✓ Istotną rolę mogłaby odegrać polityka tworzenia nowych

<sup>8</sup> Rewitalizacja działalności skupowej rolniczych spółdzielni zaopatrzenia i zbytu może pozornie wydawać się anachronizmem. Tymczasem funkcjonuje ona powszechnie w gospodarce rynkowej Japonii (w ramach spółdzielczości NOKIO), gdzie dominuje rozdrobnienie produkcji rolniczej. NOKIO została zorganizowana tuż po wojnie przez okupujących okresowo Japonię Amerykanów, przez generała MacArthura.

miejsc pracy w obszarach wiejskich nie tylko w zakresie przemysłu rolno-spożywczego, ale też produkcji dóbr i usług z sektora pozarolnego.<sup>9</sup> Dogodną formą mogłoby być odtworzenie, ale i tworzenie nowych filii zakładów zlokalizowanych w dużych aglomeracjach oraz rozwój telepracy. Oprócz efektów gospodarczych i społecznych dla mieszkańców obszarów wiejskich, polityka taka poprawiłaby rentowność przedsiębiorstw (niższe koszty pracy). Ponadto pracownicy zakładów z obszarów wiejskich mogliby korzystać z ulg podatkowych oraz niższych kosztów kredytów podobnie jak stosowane jest to do przedsiębiorstw chroniących środowisko naturalne. Z punktu widzenia polityki makroekonomicznej źródłem finansowania ww. ulg podatkowych i tańszych kredytów byłyby dodatkowe dochody podatkowe oraz paropodatkowe (ZUS) od nowozatrudnionych w obszarach wiejskich jak i oszczędności w kosztach finansowania budowy mieszkań i tworzenia miejsc pracy w miastach. Współczesne środki zarówno w zakresie techniki łączności internetowej jak i rozwoju produkcji z wykorzystaniem maszyn numerycznych (w przyszłości i robotów) dają zupełnie nowe możliwości tworzenia bardzo wydajnych i niezanieczyszczających środowisko naturalne (a jednocześnie tańszych niż w dużych miastach) stanowisk pracy.

- ✓ Wydaje się istotne wdrożenie wspomnianego uproszczonego systemu płatności bezpośrednich dla małych gospodarstw rolnych (*system dla małych gospodarstw*) w powiązaniu z liberalizacją przepisów administracyjno-weterynaryjnych.
- ✓ W celu stymulowania rozwoju małych gospodarstw rolnych niezbędne jest (Rezolucja Parlamentu Europejskiego, np. pkt. J, P), tworzenie na wsi właściwego i zadowalającego otoczenia infrastrukturalnego i społeczno-ekonomicznego (alternatywne źródła dochodów, świadczenie usług publicznych). Jest to realizowane w ramach wspólnej polityki rolnej, poprzez programy rozwoju obszarów wiejskich, (w Polsce: Program Rozwoju Obszarów Wiejskich – PROW). Małe gospodarstwa rolne wymagają szczególnego i specyficznego wsparcia, zwłaszcza w przypadku regionów najbardziej oddalonych, górskich, o niekorzystnych warunkach gospodarowania (pkt. M. oraz pkt. 18, s. 8. Rezolucji).

Wymagają one także:

- ✓ właściwego (również specyficznego – dopisek autorów) wsparcia administracyjnego i doradztwa rolniczego i agrobiznesowego (pkt. P Rezolucji),
- ✓ przygotowania odpowiednich rozwiązań i modeli rozwoju dla małych gospodarstw (pkt. 3, s. 6. Rezolucji),
- ✓ zachęty – do zwiększenia sprzedaży bezpośredniej, między innymi sprzedaży produktów tradycyjnych, na rynkach lokalnych i regionalnych, do rozwijania w małych gospodarstwach zrównoważonej formy przetwórstwa z zachowaniem zasad odpowiedzialności oraz niezbędnego i wyważonego systemu kontroli, do rozwoju infrastruktury sprzedaży bezpośredniej,

w tym targowisk lokalnych oraz miejskich, ułatwiają w ten sposób konsumentom dostęp do tanich, świeżych i wysokiej jakości produktów rolnych (pkt. 5, s. 7. Rezolucji),

- ✓ ustanowienia odpowiednich instrumentów inżynierii finansowej w formie np. mikrokredytów, dopłat do oprocentowania kredytów, leasingu finansowego, spłaty pierwszych rat, czy gwarancji kredytowych (pkt. 14, s. 8. Rezolucji),
- ✓ lepszego zorganizowania bezpłatnego doradztwa na potrzeby małych gospodarstw, do uproszczenia procedur związanych z informowaniem, szkoleniem, oceną ryzyka i kontrolą warunków zdrowotnych, do uruchomienia kampanii informacyjnych, do upowszechnienia najlepszych praktyk w obszarze krótkiego łańcucha dostaw żywności (pkt. 16, s. 8),
- ✓ wspierania rozwoju turystyki (agroturystyki – dopisek autorów) na bazie małych gospodarstw rolnych (pkt. 20, s. 8. Rezolucji).

Reasumując, można powiedzieć, że Rezolucja Parlamentu Europejskiego obiektywnie i wieloaspektowo naświetla znaczenie społeczno-gospodarcze, kulturowe i ekologiczne małych gospodarstw rolnych, a więc ich wielofunkcyjność i stabilizowanie zrównoważonego rozwoju oraz formuluje także warunki ich rozwoju w najbliższym okresie. Odnosi się wrażenie, że jest to szczere, a nie koniunkturalne i taktyczne stanowisko.<sup>10</sup> Powinno ono skutkować określonymi, pozytywnymi działaniami administracji rolnej państw członkowskich UE, w tym również polskiej, w zakresie rewitalizacji i wspierania rozwoju licznej ciągle populacji gospodarstw drobnotowarowych.

## WNIOSKI

1. Małe (drobne) gospodarstwa rolne spełniają bardzo istotne funkcje gospodarczo-społeczne, historyczno-kulturowe i ekologiczne, są wielofunkcyjne i stabilizują zrównoważony rozwój gospodarczy;
2. Znaczenie małych gospodarstw rolnych było niedoceniane, zarówno w Polsce, jak i na szczeblu unijnym;
3. W obecnej perspektywie gospodarczo-finansowej UE 2014-2020, pojawiają się symptomy pozytywnego nastawienia do małych gospodarstw rolnych i proponuje się objęcie ich specjalnym wsparciem w celu ożywienia i wykorzystania ich predyspozycji do pełnienia różnych funkcji w rozwoju społeczno-gospodarczym i cywilizacyjnym UE;

<sup>10</sup> W tekście Rezolucji występuje również wątek subiektywny, który jest sprzeczny z duchem pozostałego tekstu Rezolucji, mianowicie ekspozuje się (s. 12 Rezolucji) niejako zachętę do likwidacji małych gospodarstw, proponując ewentualne wypłacanie całej sumy płatności bezpośrednich za okres do 2020 roku, *łącznie z pewną premią, na przykład na opłatę ubezpieczeniową bądź inne cele, jeśli właściciel sprzeda swoje gospodarstwo rolnikowi towarowemu bądź rozwojowemu*. Sformułowanie to sugeruje, że gospodarstwo małe nie może być ani towarowe, ani rozwojowe, co nie jest prawdą. Niestety widoczne jest, że również wśród polityków szczebla unijnego nie ma jednoznacznych poglądów na kwestię rozwoju gospodarstw drobnotowarowych i najprawdopodobniej w niektórych kręgach, zwłaszcza zbliżonych do liberalnego nurtu ekonomicznego, przeważa pejoratywna opinia na temat tych gospodarstw. Należy mieć nadzieję, że takie myślenie nie będzie dominowało w realizacji polityki rozwoju małych gospodarstw rolnych w Polsce.

<sup>9</sup> Od wielu lat w Izraelu w Kibucach łączy się produkcję rolną i przemysłową np. hodowlę bydła mięsnego i produkcję lamp elektronicznych.

4. W omawianej Rezolucji, Parlament Europejski sugeruje wielorakie instrumenty w zakresie wspierania rozwoju małych gospodarstw rolnych. Umożliwi to przygotowanie przez państwa członkowskie UE kompleksowego i wieloaspektowego programu wsparcia i rozwoju tych gospodarstw. Zarówno Parlament Europejski, jak i Komisja Europejska nie dają gotowych wzorów takich programów (poza sposobem wsparcia finansowego w ramach wspomnianego *Systemu dla małych gospodarstw*). Jest to zrozumiałe wobec różnej sytuacji i uwarunkowań małych gospodarstw w różnych regionach UE;
5. Należy mieć nadzieję, że w polskiej polityce rolnej właściwie wykorzystana zostanie propozycja zawarta we wspólnej polityce rolnej wobec małych gospodarstw rolnych, tym bardziej, że posiadają one duży potencjał rozwojowy. Optymalny rozwój małych gospodarstw rolnych jest istotny, ponieważ Polska nie jest jeszcze krajem dostatecznie rozwiniętym gospodarczo i powinna w pełni wykorzystywać swoje zasoby ludzkie i materialne. Zapewni to uzyskanie pożądanego zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego i cywilizacyjnego;
6. Niestety, dotychczas nie przygotowano w Polsce kompleksowego i specyficznego programu wspierania rozwoju małych gospodarstw rolnych. Niektóre wstępne propozycje, np. liberalizacji przepisów weterynaryjnych są zbyt płytkie i nadal będą ograniczały odbudowę produkcji zwierzęcej w gospodarstwach drobnych.

## LITERATURA

- [1] **GRUCHELSKI M., NIEMCZYK J. 2011.** *Znaczenie drobnotowarowych gospodarstw rolnych; jak je skutecznie wspierać*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Wyższa Szkoła Menedżerska, Warszawa, Nr 1, 112-116.
- [2] **NIEMCZYK J. 1991.** Rolnictwo rodzinne w Polsce, Spółdzielnia „Wydawnictwo Ludowe”, Warszawa.
- [3] **Projekt rezolucji Parlamentu Europejskiego w sprawie przyszłości małych gospodarstw rolnych (2013/2096(INI))** (w. internetowa, wrzesień 2014 r.).
- [4] **Szczegółowy opis płatności bezpośrednich w Polsce w latach 2015–2020.** Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (wersja internetowa, wrzesień 2014 r.).



Mgr Anna KUŁAKOWSKA,  
Dr Zdzisław PIĄTKOWSKI  
Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie  
Mgr Daniel MATUSZEWSKI  
Dr Kazimierz MAZUR  
Dr Marek PAWŁOWSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## NOWOCZESNE KONCEPCJE ZARZĄDZANIA W REALIZACJI FUNKCJI ORGANIZOWANIA W PRAKTYCE PRZEDSIĘBIORSTW®

Modern concepts of ordering establishing enterprises in practice  
in the realization of the function®

**Słowa kluczowe:** funkcja organizowania, koncepcje zarządzania, metody zarządzania, sprawne funkcjonowanie przedsiębiorstw.

*Artykuł prezentuje wyniki badania dotyczącego wdrażania nowoczesnych koncepcji realizacji jednej z funkcji zarządzania w polskich przedsiębiorstwach. Omawiana funkcja zarządzania określana jest mianem organizowania. Badania koncentrują się wokół takich zagadnień jak: wykorzystywanie nowoczesnych koncepcji realizacji celu, czynniki wpływające na poprawę efektywności przedsiębiorstwa po zastosowaniu tych koncepcji. Prezentowany tekst, w tym analiza badania empirycznego pozwalają zdaniem autorów na zastosowanie przez polskie firmy przedstawionych koncepcji.*

**Key words:** function of organising, concepts managements, management methods, smooth functioning of enterprises.

*The article is introducing results of the examination of applying implementing modern concepts the realization of one of managements functions in Polish enterprises. The discussed determined management functions is a name of organising. Such issues are concentrating around the examination as: using of modern concepts the accomplishment of the purpose, factors affecting the efficiency improvement of the enterprise after applying these concepts. Presented text, including analysis of the empirical examination let according to author's for applying presented concepts by Polish companies.*

### WPROWADZENIE

Sukces przedsiębiorstwa zależy od wielu czynników. Na czynniki te składa się zawsze jakiś element przypadkowy np. szczęście, umiejętność menedżerów i zespołów roboczych, wykorzystanie nadarżającej się okazji oraz sposób zorganizowania się. Z wymienionych wyżej elementów człowiek może mieć wpływ tylko na trzy ostatnie, element losowy pozostaje zaś poza jego kontrolą. Dlatego najważniejsze jest zawsze to, w jaki sposób podmiot jest zorganizowany i jaką ma strategię wykorzystywania nadarżających się okazji. Właśnie tego dotyczy teoria zarządzania. Badania Autorów obejmowały zagadnienia związane z doskonaleniem efektywnych koncepcji zarządzania rozwojem przedsiębiorczości. Prezentacja obszaru badawczego została przedstawiona w poprzednim artykule<sup>1</sup>. Celowe wydaje się postawienie tezy, iż **wykorzystywanie nowoczesnych koncepcji i metod zarządzania w realizacji funkcji organizowania jest podstawowym warunkiem osiągnięcia założonych celów przedsiębiorstwa i skutecznego kształtowania pożądanych parametrów charakteryzujących jego funkcjonowanie.**

Organizowanie należy rozumieć, jako decydowanie o najlepszym grupowaniu działań i zasobów organizacji [1]. Decyzje obejmują:

- ✓ projektowanie indywidualnych stanowisk pracy,
- ✓ grupowanie stanowisk pracy w jednostki organizacyjne,
- ✓ zróżnicowanie stanowisk i jednostek organizacyjnych,
- ✓ określenie więzi organizacyjnych między stanowiskami pracy i jednostkami organizacyjnymi,
- ✓ podział uprawnień decyzyjnych,
- ✓ przypisanie odpowiedzialności stanowiskom i jednostkom organizacyjnym,
- ✓ koordynowanie działań stanowisk i jednostek organizacyjnych [3, s. 249].

Ważnym elementem organizowania, jest zaprojektowanie odpowiedniej struktury, jak również dobranie i zatrudnienie w organizacji odpowiedniej kadry pracowniczej. Pierwszym elementem konstrukcyjnym struktury organizacyjnej jest projektowanie stanowisk pracy. Polega ono na określeniu zakresu obowiązków dla poszczególnych pracowników w przedsiębiorstwie. W ramach projektowania stanowisk mamy do czynienia bezpośrednio ze specjalizacją stanowisk

<sup>1</sup> Przedmiotem analizy są wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w miesiącu styczniu i lutym 2013 roku w państwowych i prywatnych przedsiębiorstwach różnej wielkości. Rozdano i poproszono o wypełnienie 216 ankiet z czego poprawnie wypełnionych otrzymano 100. Ankieta miała charakter anonimowy [2].

pracy, która rośnie wraz ze wzrostem organizacji. Stanowisko pracy to podstawowy, pojedynczy i niepodzielny element struktury każdej organizacji, który posiada zakres własnych obowiązków oraz kompetencji w celu realizowania zadań wyznaczonych mu przez przedsiębiorstwo.

Kierownictwo określa zakres zadań dla poszczególnych stanowisk. Dobrze zorganizowana praca kierownictwa i podległych zespołów pracowniczych pozwala na uniknięcie błędów, eliminację stresu i napięć.

Przy projektowaniu stanowiska pracy używane są techniki:

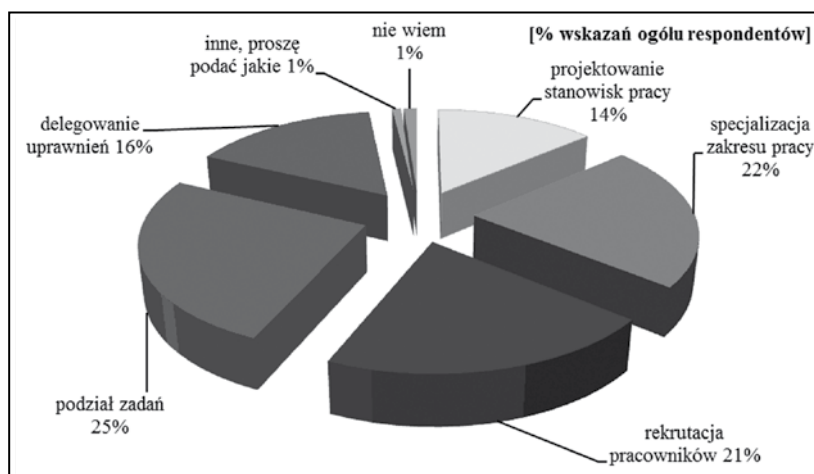
- ✓ rotacja stanowisk pracy – przerzucanie pracownika od jednego zadania do drugiego w celu rozszerzania posiadanych już przez niego kwalifikacji oraz zdobywania nowych doświadczeń;
- ✓ rozszerzanie treści pracy – łączenie zadań uprzednio podzielonych na fragmenty w jedno stanowisko pracy w celu zwiększenia różnorodności i znaczenia powtarzających się zadań;
- ✓ wzbogacanie treści pracy – idzie dalej niż rozszerzanie treści pracy, zwiększa samodzielność oraz odpowiedzialność za pracę pracowników i zmniejsza zakres kontroli menedżerów;
- ✓ samokierujące się zespoły (autonomiczne grupy pracownicze) – ich głównym celem jest efektywne realizowanie zadań, wynikających z podziału pracy.

Organizowanie polega na koordynowaniu ludzkich i rzeczowych zasobów organizacji, które to działania w efektywny sposób umożliwiają zrealizowanie określonych planów (wizji, misji, strategii) organizacji. Dzięki procesom organizowania nawiązuje się współpraca w ramach określonej struktury stosunków oraz wprowadzony zostaje ład w organizacji.

Celem artykułu jest omówienie wyników badań dotyczących wdrażania nowoczesnych koncepcji realizacji jednej z funkcji zarządzania (organizowanie) w polskich przedsiębiorstwach.

## ANALIZA I INTERPRETACJA BADAŃ EMPIRYCZNYCH

Rozpatrując rozkład wskazań dotyczących nowoczesnych metod zarządzania w realizacji funkcji organizowania przedsiębiorstw, największa liczba respondentów wskazała podział zadań (25%) i jak wynika z wykresu i tabeli nr 1 wskazało tak aż 12 samodzielnych specjalistów, specjalistów i 10 menedżerów. Następnymi w kolejności wskazań były czynności specjalizacji zakresu pracy (22%) – 14 samodzielnych specjalistów i 12 specjalistów (tab.1). Nie dziwi fakt takich wskazań specjalistów, ponieważ ta grupa pracowników, posiada gruntowną wiedzę w danej dziedzinie pracy i na określonym stanowisku. Niewiele mniej (21%) uważało, że rekrutacja pracowników wykwalifikowanych jest jedną z najważniejszych czynności stosowanych w nowoczesnym zarządzaniu. Ważne jest też delegowanie uprawnień (16%)



**Rys. 1. Koncepcje wykorzystywane w realizacji funkcji organizowania.**  
**Fig. 1. Concepts used to the realization of the function of organising.**

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 216 respondentów)

**Source:** Own study

wskazań respondentów – 11 menedżerów, które jest podstawową czynnością w każdej organizacji. Menedżerowie odpowiednim pracownikom delegują zadania wraz z odpowiedzialnością i uprawnieniami pracowniczymi, podnosząc tym samym poziom kompetencji pracowników. Umiejętności i zdolności pracowników zostają lepiej wykorzystywane, wzrasta również poziom ich motywacji, ponieważ czują się potrzebni. Najmniej respondentów wskazało na projektowanie stanowisk pracy w realizacji organizowania (14%).

**Tabela 1. Koncepcje wykorzystywane w realizacji funkcji organizowania w praktyce wprowadzania nowoczesnych metod zarządzania ze względu na zajmowane stanowisko**

**Table 1. Concepts used to the realization of the function of organising leading in practice modern management methods, on account of the taken position**

Wyszczególnienie	Ogółem [ l. wskazań]	Menedżerowie	Kierownicy średniego szczebla	Kierownicy najniższego szczebla	Samodzielni specjaliści	Specjaliści	Pracownicy liniowi	Asystenci	Inne stanowiska
projektowanie stanowisk pracy	39	8	7	2	9	3	4	4	2
specjalizacja zakresu pracy	58	9	7	3	14	12	6	2	5
rekrutacja pracowników	48	8	8	4	8	11	3	2	4
podział zadań	61	10	7	5	12	11	6	3	7
delegowanie uprawnień	42	11	6	2	8	7	3	3	3

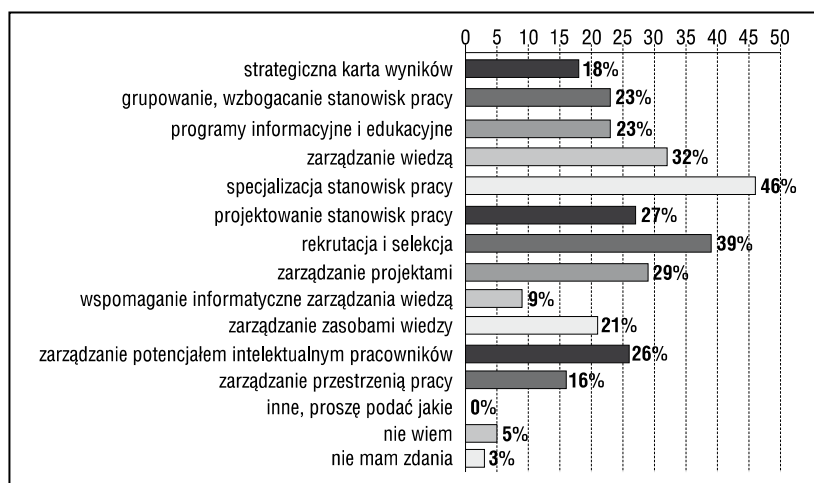
**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 216 respondentów)

**Source:** Own study

Koncepcje wymienione przez respondentów, na rysunku 1 są nastawione w dużej mierze na znajomość przez

kadre kierowniczą i pracowników takich zagadnień jak specjalizacja pracy czy projektowanie stanowisk pracy oraz podział zadań. Wybór odpowiedni nastąpił w oparciu o doświadczenia zawodowe. Ważne jest zanotowanie tego faktu, ponieważ wielu znawców problemu ma wrażenie, że funkcja zarządzania „organizowanie” zabawia się z biurka zagadkowymi rebusami i dylematami, będącymi produktem płodnych wyobraźni menedżerów. W rzeczywistości koncepcje te pozwalają uzyskać maksimum efektów z przyszłych działań przedsiębiorstwa w turbulentnym otoczeniu. Są one szczególnie cenne dla zrozumienia nieco bardziej skomplikowanych zależności w procesie podejmowania decyzji w obszarze funkcji organizowania. Zawarte w tabeli 1 wskazania na stosowanie określonych koncepcji, są zależne od zajmowanej pozycji i wskazują na pewną prawidłowość.

Interpretując rozkład wskazań w tabeli 1. możemy stwierdzić, iż pozycja w hierarchii organizacyjnej pośrednio wymusza rodzaj odpowiedzi. Menedżerowie, samodzielni specjaliści, kierownicy – akcentowali metody wymagające dużego wysiłku intelektualnego, których stosowanie w praktyce uzależnione jest od stopnia posiadanych uprawnień decyzyjnych. Posiadane kompetencje pozwalają na szybkie wykorzystywanie znajomości różnych koncepcji. Nasuwa się pytanie, która ze wskazanych koncepcji umożliwi przedsiębiorstwu, jego przetrwanie, rozwój i ekspansję. Oczywiście należy sprowadzić na ziemię optymistycznych menedżerów, którzy myślą, że wszystko jest klarowne, a tych o orientacji pesymistycznej nie utwierdzać w przekonaniu, że w wędrówce przez chaos organizacyjny jest o wiele trudniej, niż sobie wyobrażają.



Rys. 2. Koncepcje organizowania wykorzystywane w przedsiębiorstwie w trakcie wprowadzania nowoczesnych metod zarządzania.

Fig. 2. Concepts of organising management used in the enterprise in the course of implementing modern methods.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 216 respondentów)

Source: Own study

Z analizy uwidocznionych na rysunku 2 i tabeli 2 rozkładów wskazań wynika, że spośród wyodrębnionej grupy respondentów największy odsetek osób wskazał, że specjalizacja stanowisk pracy 46% (62 wskazania ogółu respondentów) jest najważniejszą metodą organizowania przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo przy specjalizacji stanowisk pracy, zyskuje efektywność i skuteczność realizacji działań, obniżenie kosztów szkolenia nowo zatrudnionych pracowników oraz możliwość stosowania bardziej wyspecjalizowanych narzędzi pracy. Jako następną koncepcję respondenci wskazali na rekrutację i selekcję 39%, zarządzanie wiedzą 32% oraz zatrudnianie pracowników o odpowiednich kompetencjach i umiejętnościach. Wdrażanie nowoczesnych

Tabela 2. Koncepcje organizowania wykorzystywane w przedsiębiorstwie w trakcie wprowadzania nowoczesnych metod zarządzania ze względu na zajmowane stanowisko

Table 2. Concepts of organising used in the enterprise in the course of implementing modern management methods, on account of the taken stance

Wyszczególnienie	Ogółem [ l. wskazań]	Menedżerowie	Kierownik średniego szczebla	Kierownik najniższego szczebla	Samodzielni specjaliści	Specjaliści	Pracownicy liniowi	Asystenci	Inne stanowiska
strategiczna karta wyników	23	9	3	0	4	3	2	1	1
grupowanie, wzbogacanie stanowisk pracy	31	9	5	2	6	1	2	3	3
programy informacyjne i edukacyjne	38	17	6	2	5	3	2	0	3
zarządzanie wiedzą	49	24	7	2	5	1	3	2	5
specjalizacja stanowisk pracy	62	23	11	3	8	8	3	2	4
projektowanie stanowisk pracy	47	22	7	1	7	7	1	1	1
rekrutacja i selekcja	52	24	5	2	9	1	2	2	7
zarządzanie projektami	45	23	7	2	6	4	2	1	0
wspomaganie informatyczne zarządzania wiedzą	33	22	3	0	4	4	0	0	0
zarządzanie zasobami wiedzy	45	28	2	1	4	3	2	1	4
zarządzanie potencjałem intelektualnym pracowników	45	29	2	1	4	0	2	2	5
zarządzanie przestrzenią pracy	39	26	5	1	2	1	2	1	1

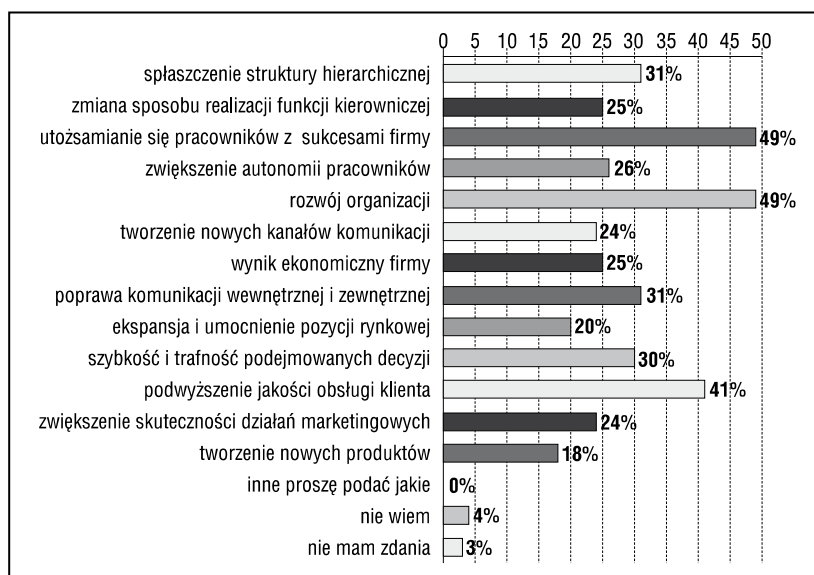
Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych (badaniami objęto 216 respondentów)

Source: Own study

metod zarządzania wiąże się z wykorzystaniem jak największych umiejętności pracowników. Wskazano też, na zarządzanie projektami 29% (45 ogółu wskazań respondentów), projektowanie stanowisk pracy 27% oraz zarządzanie potencjałem intelektualnym pracowników 26%. Nieco mniejszy odsetek respondentów 23% wskazał na grupowanie, wzbogacanie stanowisk pracy oraz programy informacyjne i edukacyjne, zaś 18% na stosowanie strategicznej karty wyników. Najmniejsza liczba wskazań dotyczyła zarządzania przestrzenią pracy 16% i wspomaganie informatyczne zarządzania wiedzą 9%. To ostatnie spełnia jedynie funkcje wspomagające zarządzania wiedzą w organizacji. Wiedza pozostaje w gestii pracowników i nawet najinteligentniejsze systemy informatyczne nie są w stanie zastąpić ludzi w podejmowaniu trudnych decyzji biznesowych.

Dla menedżerów wybór koncepcji organizowania, w trakcie wprowadzania nowoczesnych metod zarządzania (ze względu na zajmowane stanowisko), jest pewnym problemem. W przedsiębiorstwie pilne projekty zawsze czekają na urzeczywistnienie. Szczególnie strategiczna karta wyników, zarządzanie wiedzą oraz projektowanie stanowisk pracy kładą nacisk na podniesienie sprawności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Obok tych koncepcji na horyzoncie działalności kadry kierowniczej i pracowników pojawiło się: wspomaganie informatyczne zarządzania wiedzą oraz zarządzanie potencjałem intelektualnym pracowników, których celem jest harmonijne manipulowanie zachowaniami organizacyjnymi. Sedno sprawy tkwi nie tyle w posługiwaniu się tymi koncepcjami, ile raczej w dostosowaniu ich do specyfiki przedsiębiorstwa. Dają one mnóstwo nowych możliwości dla menedżerskiego oddziaływania na dynamikę rozwoju, ale jednocześnie generują nowe, nieprzewidywalne problemy.

W kolejnej części badań, zaprezentowanych na rysunku 3 respondenci wskazali czynniki, które wpłynęły na sprawniejsze funkcjonowanie przedsiębiorstwa po zastosowaniu nowoczesnych metod zarządzania. Blisko połowa respondentów wskazała na utożsamienie się pracowników z sukcesem firmy i rozwój organizacji - 49%. Potwierdza to fakt, iż zastosowanie nowoczesnych metod zarządzania efektywniej i skuteczniej wpływa na funkcjonowanie przedsiębiorstw. Nieco mniej respondentów wskazało na podwyższenie jakości obsługi klienta 41%. Autorów badań nie dziwi taki rozkład wskazań, biorąc pod uwagę czas, w jakim były przeprowadzane badania, ponieważ obecna sytuacja ekonomiczna kraju zmusza przedsiębiorstwa do wyścigu o przetrwanie na rynku, do walki o klienta i rozwoju innowacyjności przedsiębiorstw. Ankietowani respondenci pracują i przedsiębiorstwach handlowych 43% i w przedsiębiorstwach usługowych 42%. Zastosowanie nowoczesnych metod zarządzania usprawniło zarządzanie organizacją. Aż 30% wskazało poprawę szybkości i trafności podejmowanych decyzji. Jako następny czynnik respondenci wskazali spłaszczenie struktury organizacyjnej - 31%. Struktura organizacyjna przedsiębiorstw, w dużym stopniu determinuje specyfikę



Rys. 3. Czynniki wpływające na sprawniejsze funkcjonowanie przedsiębiorstwa po zastosowaniu nowoczesnych metod zarządzania.

Fig. 3. Factors influencing more effective functioning of enterprise after implementing modern management methods.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 216 respondentów)

Source: Own study

organizacji a także wpływa na możliwości zastosowania określonej koncepcji zarządzania. 31% respondentów wskazało na poprawę komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej. Jest to zrozumiałe, ponieważ zła komunikacja w organizacji może doprowadzić do utraty sprawności jej działania. Tylko 26% ankietowanych wskazało na zwiększenie autonomii pracowniczej, natomiast 25% na zmiany sposobu realizacji funkcji kierowniczej i poprawę wyniku finansowego przedsiębiorstwa. Z kolei 24% osób ankietowanych uważa, że ich przedsiębiorstwa zaczęły sprawniej funkcjonować w zakresie tworzenia nowych kanałów komunikacji i zwiększania działań marketingowych. Otrzymane odpowiedzi wskazują na duże zaangażowanie kadry menadżerskiej i pracowników w zwiększenie sukcesu przedsiębiorstw. Najmniej, bo tylko 20% ankietowanych wskazało na ekspansję i umocnienie pozycji rynkowej oraz 18% na tworzenie nowych produktów.

Stosowanie nowoczesnych koncepcji zarządzania w działalności przedsiębiorstw oferuje wiele rozwiązań umożliwiających doskonalenie ich sprawności. Dla menedżerów najbardziej palącym problemem jest konkurencyjność przedsiębiorstwa. Ważny jest też problem płynności finansowej oraz podział zysku i stosowanie innowacyjnych rozwiązań w procesie produkcyjnym przedsiębiorstwa. Wykorzystywanie nowoczesnych koncepcji i metod zarządzania w realizacji funkcji organizowania jest podstawowym warunkiem osiągnięcia założonych celów przedsiębiorstwa i skutecznego kształtowania pożądanych parametrów charakteryzujących jego funkcjonowanie. Inaczej mówiąc, istnieje wiele propozycji usprawnień, a także wiele metod ich osiągnięcia. W porównaniu z uproszczonymi wyjaśnieniami zawartymi w niniejszym artykule, zaproponowane przez respondentów usprawnienia mogą umożliwić: spłaszczenie struktury hierarchicznej, zwiększenie autonomii pracowników, poprawę komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej, ekspansję i umocnienie

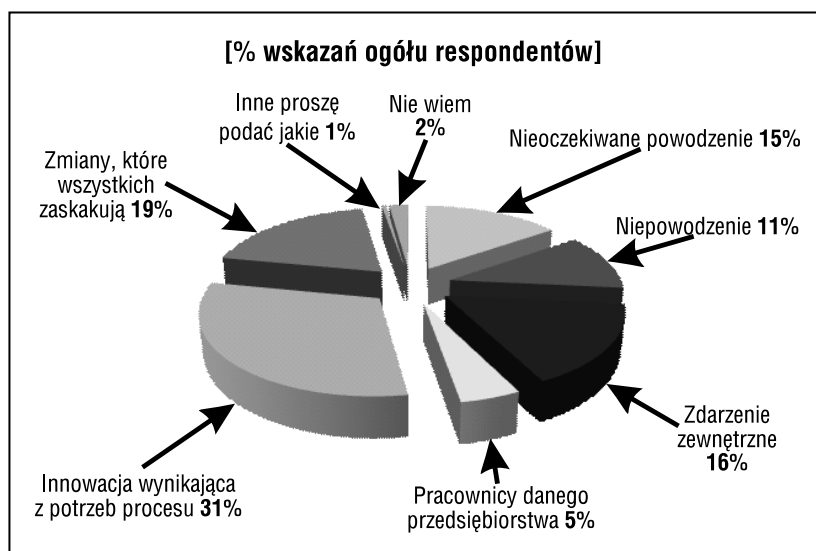
pozycji rynkowej przedsiębiorstwa (model decyzyjny). Nasuwa się pytanie, czy stosując różne koncepcje zarządzania w realizacji funkcji organizowania można osiągnąć jednocześnie trzy cele: konkurencyjność przedsiębiorstwa, innowacyjność jego produktów oraz płynność finansową. Wydaje się, że w praktyce będzie to wymagało od menedżerów wielu posunięć, z zastosowaniem metody prób i błędów, a ograniczona mobilność zasobów materialnych i niematerialnych może opóźnić i utrudnić osiągnięcie całokształtu celów i narzędzi.

Rozpatrując z kolei rozkład wskazań respondentów (rys. 4.) odnośnie włączenia pracowników w stosowanie nowoczesnych metod zarządzania, widzimy, że aż 31% dotyczyło innowacji wynikających z potrzeb procesu. Co drugi respondent wskazał na zmiany, które wszystkich zaskakują – 19%, nieco mniej na zdarzenia zewnętrzne – 16% i nieoczekiwane powodzenie – 15%. Co dziesiąty respondent wskazał na niepowodzenie – 11%. Najmniej wskazań dotyczyło pracowników danej organizacji – 5%.

Zarządzanie przedsiębiorstwem polega na znajdowaniu kompromisu między różnymi celami. Możliwość stosowania różnorodnych koncepcji organizowania będących w dyspozycji menedżerów pozwala na ich realizację. Jeśli to się nie udaje (co czasami ma miejsce), to nie zawsze winni są menedżerowie i pracownicy, ale raczej niekontrolowany układ spraw w warunkach ryzyka i niepewności. Nie można przywrócić przedsiębiorstwu utraconej przez nie konkurencyjności przy pomocy stosowania dotychczasowych metod i narzędzi. Potrzebne są tu bardziej nowoczesne metody zarządzania. Przedsiębiorstwo, w którym pełni inicjatywy menedżerowie i zintegrowani z jego celami pracownicy dostosowują wzajemnie w sposób racjonalny swoje interesy, może uniknąć zarówno zaburzeń wewnętrznych jak i zewnętrznych.

Analizując rozkład wskazań respondentów przedstawiony na wykresie 5, dotyczący korzyści, jakie osiągnęło przedsiębiorstwo wdrażając nowoczesne metody zarządzania zauważamy, że aż jedna trzecia respondentów wskazała na poprawę wyniku finansowego przedsiębiorstwa – 30%. Nieco mniej z nich wskazało na przewagę konkurencyjną przedsiębiorstwa – 22% oraz zatrudnienie wykwalifikowanej kadry pracowniczej i menedżerskiej, a co dziesiąty na spłaszczenie struktury organizacyjnej – 11% i ekspansję na nowe rynki – 10%.

Menedżerowie, działają w dynamicznym otoczeniu, gdzie należy reagować na destrukcyjne działania, gdzie przyszłość jest niepewna, a doświadczenie kadry kierowniczej nie jest w stanie rozstrzygnąć profesjonalnie tego, co nastąpi w najbliższym czasie. Jest to irytujące, że wielu decydentów nie zna w praktyce elementarnych zasad stosowania

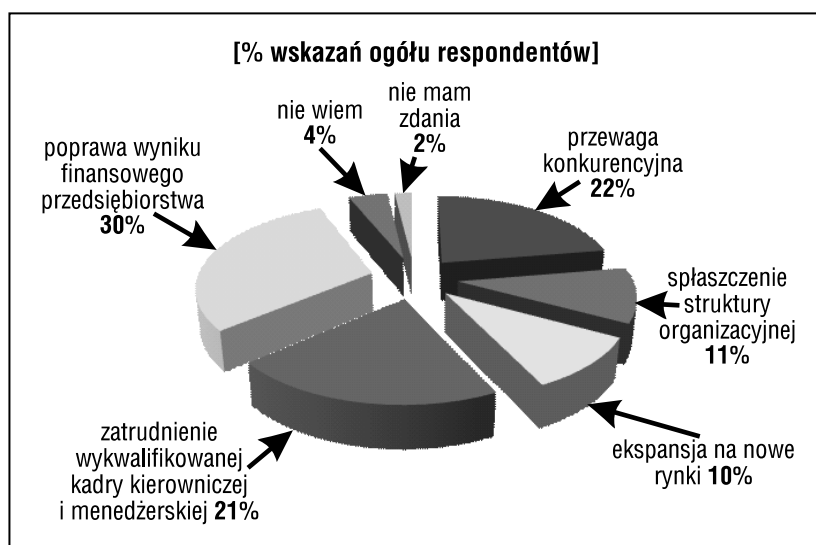


Rys. 4. Czynniki pozwalające na włączenie pracowników w stosowanie nowoczesnych metod zarządzania w funkcji organizowania.

Fig. 4. Factors letting for involving employees into the realization of modern management methods.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 216 respondentów)

Source: Own study



Rys. 5. Korzyści osiągnięte przez przedsiębiorstwo wdrażając nowoczesne metody zarządzania w realizacji funkcji organizowania.

Fig. 5. Benefits achieved by the enterprise after implementing modern management methods, in the realization of the function of organizing.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 216 respondentów)

Source: Own study

współczesnych metod i koncepcji zarządzania. Wdrażanie w przedsiębiorstwie nowoczesnych metod zarządzania w realizacji funkcji organizowania pozwoli na zatrudnienie wykwalifikowanej, przedsiębiorczej i dynamicznej kadry kierowniczej. Umożliwi to: poprawę jego wyniku finansowego, osiągnięcie przez nie przewagi konkurencyjnej czy też ekspansję na nowe rynki. Brak otwarcia na nowości współczesnej myśli zarządzania i jej zrozumienia, stanowi przeszkodę przy realizacji funkcji organizowania. Chodzi tu

o nieporozumienia, dawne przesady, półprawdy, źle zinterpretowane wnioski i zakamuflowane pod egidą obiektywizmu argumenty, które blokują lepsze rozumienie spraw i bardziej racjonalne działanie.

## WNIOSKI

Analiza nowoczesnych koncepcji zarządzania w realizacji funkcji organizowania w praktyce przedsiębiorstw prowadzi do poniższych wniosków:

1. Pogląd, iż przedsiębiorstwo samo, wykorzystując nowoczesne metody zarządzania w realizacji funkcji organizowania, znajduje równowagę w otoczeniu taką, przy której zasoby materialne i niematerialne, występujące w ograniczonych ilościach, są w pełni wykorzystane, jest zbyt optymistyczny.
2. Pogląd, iż nowoczesne koncepcje i metody zarządzania w realizacji funkcji organizowania są magicznym kluczem do rozwoju i ekspansji przedsiębiorstwa, stanowi niebezpieczną przesadę i prowadzi do rozczarowania. W rzeczywistości koncepcje i metody nie są rewolucją, lecz analitycznym podejściem do problemów przedsiębiorstwa, mogącym prowadzić do racjonalizacji polityki rozwoju.
3. Przedsiębiorstwa wdrażając nowe koncepcje zarządzania nie przyjmują dogmatycznie koncepcji jednej szkoły, ale najczęściej łączą elementy kilku szkół w jedną eklektyczną koncepcję, która jest w pełni dostosowana do specyfiki przedsiębiorstwa i otoczenia.
4. Menedżerowie starają się zapewnić przetrwanie i rozwój przedsiębiorstwa w niestabilnym otoczeniu, bez turbulencji finansowo-społecznych. Podejście to wymaga doboru odpowiednich koncepcji i metod oraz dostosowanie ich do specyfiki przedsiębiorstwa, a także pozyskania akceptacji kadry kierowniczej i pracowników na podejmowane decyzje przez najwyższy szczebel zarządzania strategicznych projektów.
5. Pogląd, że wykorzystywanie nowoczesnych koncepcji i metod zarządzania w realizacji funkcji organizowania jest podstawowym warunkiem osiągnięcia założonych celów przedsiębiorstwa i skutecznego kształtowania pożądanego parametrów charakteryzujących jego funkcjonowanie jest poważnym nieporozumieniem. Ma ono swe źródło w niewłaściwym kojarzeniu pojęć i oporze wobec zmian (nowości) stanowiąc jedną z największych barier na ścieżce racjonalnej polityki przedsiębiorstwa.
6. Wszystkie nowe koncepcje zarządzania łączą wspólne elementy, takie jak:
  - a. optymalizacja struktury organizacji i wykorzystania zasobów,
  - b. zwiększenie elastyczności organizacji,
  - c. poprawa struktury komunikacyjnej organizacji poprzez jej spłaszczenie i tworzenie nowych kanałów komunikowania się pracowników z kierownictwem,
  - d. zwiększenie autonomii pracowników i aktywizacja ich jego roli w organizacji,
  - e. zwiększenie nacisku na rozwój organizacji i twórczość jej członków,
  - f. zwiększenie nacisku na szybkość dostosowywania się organizacji do zmian otoczenia.

## LITERATURA:

- [1] **GRIFFIN R. W. 2004.** Podstawy zarządzania organizacjami, PWN, Warszawa.
- [2] **KULAKOWSKA A., PIĄTKOWSKI Z., MAZUR K., PAWŁOWSKI M. 2013.** *Nowoczesne metody zarządzania w praktyce przedsiębiorstw.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Warszawa, nr 2, 157-161.
- [3] **SUPERNAT J. 2005.** Funkcje zarządzania [w:] Chrusidu-Budnik A., Korczak J., Pakuła A., Supernat J., Nauka organizacji i zarządzania, Kolonia Limited, Wrocław.

Dr inż. Joanna RUT  
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki  
Dr hab. inż. Ewa KULIŃSKA, prof. PO  
Wydział Ekonomii i Zarządzania  
Politechnika Opolska  
Inż. Lucyna SKRZYPCZYK  
Absolwentka Politechniki Opolskiej  
Studentka Politechniki Wrocławskiej

# NOWOCZESNE METODY ZARZĄDZANIA LOGISTYKĄ W GASTRONOMII

## Część II

### Studium przypadku®

#### Modern methods of logistics management in gastronomy

#### Part II

#### A case study®

**Słowa kluczowe:** zarządzanie logistyczne, logistyka, gastronomia, rozwój, przedsiębiorstwo.

*Rozwijający się rynek usług gastronomicznych sprzyja precyzowaniu obszarów zainteresowania zarządzania logistycznego w sektorze. Zarządzanie logistyczne jako orientacja w prowadzeniu przedsiębiorstwa potrzebuje metod oraz narzędzi, którymi może się posłużyć. Tworząc ekonomiczne i logistyczne przepływy, właścicielom lokali gastronomicznych zależy na zachowaniu jak największej skuteczności, efektywności przy jak najmniejszej kapitałochłonności.*

*Opracowanie składa się z dwóch części. W drugiej części publikacji dotyczącej nowoczesnych metod zarządzania logistycznego w gastronomii dowiedziono, że wdrażanie współczesnych systemów zarządzania logistycznego przyczynia się do budowania silnej pozycji przedsiębiorstwa na rynku. Wymierną korzyścią dla przedsiębiorstwa funkcjonującego w branży gastronomicznej jest grono stałych klientów, określające pozycję przedsiębiorstwa na rynku.*

**Key words:** logistics management, logistics, gastronomy, development, enterprise.

*The growing food service market is conducive to clarify the areas of interest of logistics management in the sector. Logistics Management as orientation in conducting businesses need methods and tools that can be used. Creating economic and logistic flows, the owners of dining options depends on maintaining the highest efficiency, effectiveness with the least capital-intensive. The paper consists of two parts. In the second part of the publication on modern methods of logistics management in the hospitality demonstrated that the implementation of modern logistics management system contributes to building a strong position of the company on the market. Measurable advantage for companies operating in the catering industry is a group of regular customers, specifying the items enterprise.*

## WSTĘP

Doskonalenie procesów logistycznych oraz zarządzania nimi jest wyzwaniem i priorytetem wielu przedsiębiorstw. Istotne jest również zwiększenie efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw. W dużej mierze możliwe jest to poprzez implementację nowoczesnych narzędzi, metod, systemów i technik, zapewniających optymalizację procesów logistycznych oraz profesjonalne zarządzanie organizacją.

Trudno sobie wyobrazić współczesne przedsiębiorstwa bez efektywnie działających procesów logistycznych [3]. Proces logistyczny występuje wtedy, gdy pojawia się potrzeba skoordynowania go z innymi procesami, w przedsiębiorstwie. Efektem końcowym jest uzyskanie jednolitych działań na wszystkich etapach działalności przedsiębiorstwa [9].

Restauratorzy codziennie stają przed zadaniem stworzenia jak najlepszych jakościowo produktów za jak najniższą

cenę. Niewiele lokali może sobie pozwolić na wygórowane stawki. Większość z nich musi stale obniżać koszty, jednak ciężko jest znaleźć tańsze produkty o podobnych właściwościach jakościowych. Niestety często zakup tańszego odpowiednika lub substytutu tworzy spadek jakości produktów, dlatego też obniżki wydatków szuka się między innymi w pracy ludzkiej czy też wydatkach na media.

Bardzo istotna obecnie staje się spójna organizacja oraz tworzenie zintegrowanych systemów. Właśnie z tendencji do integracji oraz koordynacji procesów i czynności dla przepływów produktów, materiałów, surowców oraz wyrobów finalnych wywodzi się koncepcja zarządzania logistycznego [13]. Jest ona niezwykle istotna na poziomie strategicznym w prowadzeniu restauracji (lokalu gastronomicznego), i daje ogromny wachlarz nieskończonych możliwości rozwoju. Przy pomocy jego narzędzi można stworzyć ścisły system

zarządzania, który przy efektowej implementacji nowoczesnych narzędzi przyczyni się do wzrostu znaczenia przedsiębiorstwa na rynku oraz do zwiększenia jego wartości.

Celem artykułu jest przedstawienie nowoczesnych metod zarządzania logistycznego wykorzystanych w analizowanym przedsiębiorstwie jako przykładu skutecznego modelu prowadzenia lokalu gastronomicznego oraz zwrócenie uwagi na istotne uzyskane korzyści oraz możliwości rozwojowe przedsiębiorstwa uzyskane dzięki wykorzystaniu dalszego doskonalenia organizacji.

## NOWOCZESNE METODY I KONCEPCJE ZARZĄDZANIA LOGISTYCZNEGO W GASTRONOMII – BADANE PRZEDSIĘBIORSTWO

### System 5S w organizacji miejsca pracy

Organizacja przestrzeni roboczej wymaga stałej dbałości oraz ciągłego doskonalenia przy zachowaniu stałej systematyki. Systematyka 5S (pięć kroków) skupia się na realizacji założeń w: sortowaniu, systematyce, sprzątnięciu, standaryzacji oraz samodyscyplinie [12]. System 5S jest jednym z najważniejszych elementów dobrego zarządzania. Pozwala ulepszać pracę, zapewniając odpowiednią jakość produktów, niskie koszty wytwarzania, właściwą dostawę wyrobów gotowych, bezpieczeństwo. Czyste i schludne stanowiska pracy tworzą dobrą reputację firmy, redukują ukryte odpady [2]. Metoda 5S działa w taki sposób, aby stanowisko pracy było zorganizowane w sposób możliwie ergonomiczny, czas czynności do wykonania zadań na stanowisku pracy był jak najkrótszy, następowała optymalizacja wykorzystania powierzchni pracy oraz redukcja (zminimalizowanie) czasu czynności nie przynoszących bezpośrednio wymiernych korzyści, a ponadto wyposażenie – w tym produkcyjne i biurowe – było jak najlepiej wykorzystane [2]. Rezultatem zastosowania zasad Systemu 5S jest przede wszystkim nauka samodyscypliny przez pracowników, poprawa efektywności miejsca pracy, zmniejszanie marnotrawstwa, poprawa bezpieczeństwa środowiska pracy, poprawa jakości i podniesienie produktywności, redukcja niepotrzebnych czynności, lepsza komunikacja interpersonalna oraz zapobieganie powstawaniu błędów przy produkcji [10].

W analizowanym przedsiębiorstwie gastronomicznym, zastosowano metodologię w celu przygotowania przestrzeni roboczej a w szczególności naczyń w magazynie porcelany oraz szafie przelotowej układu narzędzi, przypraw w kuchni a także analogiczne przygotowanie przestrzeni w barze.

Naczynia, będące kluczowym sprzętem dla kelnerów, ustawiono w sposób systematyczny – w zależności od swojego przeznaczenia oraz częstości używania. Dlatego też w najwygodniejszym dla pracowników miejscu – na poziomie tzw. „wyciągniętej ręki”, w szafie przelotowej usytuowano talerze do serwowania dań z karty. Znacznie rzadziej w obsłudze al'a karta stosowane są np. sosjerki, więc ich miejsce wyznaczono nieco niżej, podobnie jak dzbanki na soki czy na mleko. Dużą popularnością, zwłaszcza zimą, cieszą się zupy, dlatego też odpowiednie naczynia (bulionówki) również usytuowano w zasięgu ręki pracowników. Istota rozplanowania stałego ułożenia w szafie przelotowej jest dwoista. Z jednej strony znajduje się pracownik kuchni pobierający naczynia,

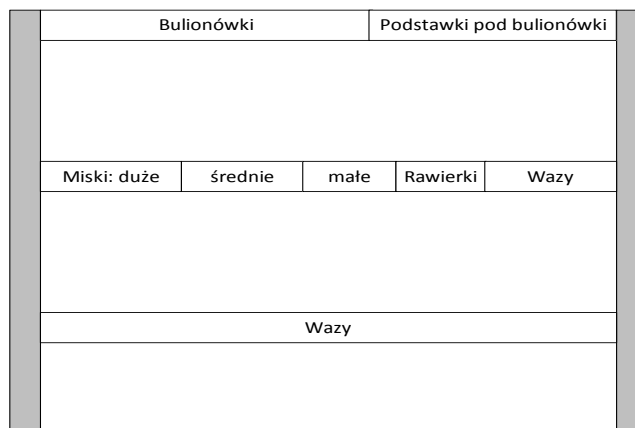
natomiast z drugiej kelner odkładający je po umyciu. Tylko dzięki wzajemnej współpracy obu stron istnieje możliwość wykorzystania systemu 5S, rys. 1.



Rys. 1. Szafa przelotowa z etykietami, (fot. Skrzypczyk).  
Fig. 1. Cruising cabinet with labels, (fot. Skrzypczyk).

Podobne rozwiązanie zastosowano w magazynie porcelany. Dzięki stałej lokalizacji naczyń w zależności od popularności wykorzystania, pracownicy nie tracą czasu na ich szukanie, a osoby sprzątające wiedzą gdzie je położyć. Nieco inaczej wygląda magazyn produktów suchych. Ponieważ część z nich kupowana jest tylko okresowo (na potrzeby realizacji zamówienia), a ilość jest stale pilnowana, ich rozłożenie pozostaje tylko rodzajowe – tzn. artykuły stale magazynowane i na bieżąco uzupełniane mają określoną lokalizację – np. mąka i cukier, inne są odkładane na odpowiednie półki w momencie zapotrzebowania – np. czekolada.

Podczas magazynowania naczyń szczególną uwagę zwrócono na szkło (szklanki, kieliszki itp.). Jest ono bardziej kruche niż porcelana, nie może więc być składowane piętrowo – jedno na drugim. W lokalu wykorzystano do tego szafki. Dla ułatwienia wyposażono je w napisy określające ich zawartość, a w przypadku specjalistycznego szkła również rysunek z kształtem – ułatwiający pracę nowych kelnerów. Podobnie jak w przypadku naczyń – stała lokalizacja zapewniała eliminację strat czasu np. podczas szukania odpowiedniego rodzaju kieliszków. Magazyny zostały podzielone, a miejsca zaetykietowane. Pozwoliło to na utrzymanie systematyki oraz skróciło czas dostępu poprzez eliminację poszukiwania odpowiednich naczyń. Przykładowy podział regału został zaprezentowany na rys.2.



Rys. 2. Dwuwymiarowy schemat regału w magazynie porcelany.

Fig. 2. Two-dimensional diagram of the shelf in the warehouse porcelain.

Źródło: Opracowanie własne



Posortowanie naczyń wiąże się z wieloma korzyściami. Ich ułożenie zostało uzależnione od częstotliwości zastosowań. Dzięki takiej organizacji pracownik ma najszybszy dostęp do najbardziej niezbędnych z nich.

### Filozofia Kaizen – szansa na rozwój przedsiębiorstwa

Na tym etapie system jest w pełni zaimplementowany i rozpoczyna się proces ciągłego udoskonalania, którego celem jest stała aktywność pracowników oraz nieustanny rozwój. Filozofia Kaizen to narzędzie, które pozwala zwiększać produktywność oraz konkurencyjność firmy poprzez wprowadzanie małych usprawnień [5]. Wymaga ona zaangażowania wszystkich pracowników, również na szczeblach kierowniczych [14]. Działania ulepszające opierają się o cykl Deminga, który zakłada ciągłość planowania, wykonywania zmian, sprawdzania ich efektywności oraz stałej implementacji w przedsiębiorstwie [4].

Ulepszanie pracy w analizowanym przedsiębiorstwie z wykorzystaniem Kaizen rozpoczęto od obsługi kelnerskiej. Wdrożony system zarządzania logistycznego wymaga ciągłego szukania miejsc, w którym można dokonać ulepszeń i wprowadzać dalsze zmiany.

Głównym zadaniem pracy kelnerów jest przede wszystkim dbanie o klienta. Muszą oni jednak dbać również o wizerunek lokalu. Wiąże się to z wykonywaniem różnych zadań tj. myciem ekspresu, kega, łazienki, prasowania obrusów, mycia podłogi, lodówek, półek z alkoholem, cukierniczek itp. Czynności te muszą być wykonywane z różną częstotliwością. Ponieważ każdego dnia w pracy mogą być różne osoby, pojawił się problem z komunikacją co do wykonywanych zadań. Z tego powodu w jednym tygodniu mogła być wielokrotnie wykonywana ta sama czynność (np. mycie cukierniczek) a inne zostać pominięte (np. podlewanie kwiatów). Aby uniknąć nieporozumień, udoskonalono przepływ informacji oraz przydzielono obowiązki w postaci listy zadań z podziałem na okresowość ich wykonywania (tabela 1.).

**Tabela 1. Miejsce na wpisanie zrealizowanych zadań danego dnia w danym miesiącu**

**Table 1. Place for completed tasks on a given day in a given month**

GRUDZIEŃ 2013		
DATA	CZYNNOŚCI	PODPIS
1		
2		
3		
...		

**Źródło:** Opracowanie własne

Ponadto, zaproponowano w każdym miesiącu kolorystyczną informację. Jeśli jakieś zadanie nie było wykonane, zostało oznaczone. Czynności zostały podzielone na trzy kategorie cykliczności: codziennej, tygodniowej oraz dwutygodniowej. Dzięki uzyskanej w ten sposób informacji o wykonanych obowiązkach można dodatkowo wywnioskować o pracowitości oraz zaangażowaniu personelu, biorąc oczywiście pod uwagę ilość klientów obsłużonych danego dnia.

W tabeli 2 zostały umieszczone najważniejsze czynności, które są stale wykonywane w lokalu. Okresowo wygląd tej tabeli zmienia się, co wiąże się z sezonowością. Przykładowo, latem dochodzi obowiązek dbania o taras.

**Tabela 2. Podział obowiązków na okresowość ich wykonywania**

**Table 2. The division of responsibilities on periodicity of their execution**

	Codziennie	Raz na tydzień	Raz na 2 tygodnie
1	Utrzymywanie stałego porządku na sali, w łazienkach i na ogródku	I Zmiana ścierek pod szkłem na barze	Mycie lodówek na barze
2	Zmywanie naczyń i sztućców z polerowaniem	II Mycie półek z alkoholem	A – biała
3	Zmiana wody w kwiatkach / podlewanie	III Mycie świeczników	B – warka
4	Mycie ekspresu i młynka do kawy	IV Mycie szafy przelotowej	C – coca-cola
5	Mycie kega	V Mycie śmietników	D -żywiec
6	Mycie łazienek z uzupełnieniem pojemników	VI Mycie i uzupełnienie przyprawników	E Mycie drzwi (wejściowe, biuro, łazienki, zmywak)
7	Prasowanie obrusów	VII Mycie cukierniczek (z zewnątrz i w środku)	F Mycie okienek: wydawcze, zmywak
8	Uzupełnianie lodówek z napojami	VIII Mycie wazonów na kwiaty	
9	Mycie popielniczek	IX Mycie parapetów na sali i w łazienkach	
10	Mycie podłogi	X Mycie zmywarki w środku	

**Źródło:** Opracowanie własne

Tabele 1 i 2 umieszczono na tablicy korkowej, na której prócz nich znajdowały się ogłoszenia właścicieli, rezerwacje oraz inne istotne dla pracowników informacje. Tablicę powieszono w miejscu widocznym i ogólnodostępnym dla pracowników, na wysokości wzroku. Dzięki temu rozwiązaniu można określić, który z pracowników wypełnia swoje obowiązki sumiennie a zarazem właściciel ma pewność, że wszystkie ważne czynności zostały wykonane.

## PROBLEMY PODCZAS WDRAŻANIA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA LOGISTYCZNEGO

W czasie wdrażania systemów wystąpiły problemy. Pracownicy sali – kelnerzy pomimo zastosowania etykietowania miejsc odkładania naczyń, szkła i innych przedmiotów wykonywali to niewłaściwie. Wynikało to zazwyczaj z braku znajomości rodzajów naczyń. Problem ten pojawiał się głównie przy organizacji dużych przyjęć, gdy wszystkie lub niemal wszystkie naczynia danego rodzaju były w użyciu, a tym samym na miejscu ich składowania nie znajdował

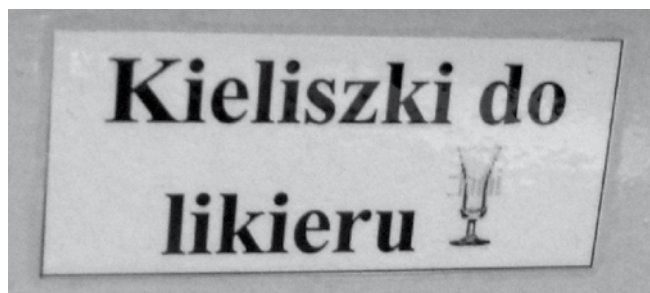
się wzorzec, który ułatwiłby szczególnie nowym pracownikom identyfikację. Najczęściej niewłaściwie odkładane było szkło, wynikało to z dużego podobieństwa. Przykładowo, lokal wyposażony był w trzy rodzaje małych kieliszków. Dwa rodzaje z nich to kieliszki do wódki, jeden do likieru (rys. 3).



Rys. 3. Kieliszki: 1-do wódki, 2-do wódki na nóżce, 3-do likieru, (fot. Skrzypczyk).

Fig. 3. Glasses: 1-Vodka, 2-Vodka on the leg, 3-liqueur, (fot. Skrzypczyk).

Wszystkie miały zbliżoną pojemność (30 ml, 35 ml, 40 ml), a różnica w wyglądzie była niewystarczająca do jednoznacznej identyfikacji. Wszystkie rodzaje kieliszków przechowywane były w jednej szafie, więc często były pomieszane. Dlatego rozwinięto system etykietowania o wzorce kształtów (rys. 4). Od tej pory w szafkach są one odpowiednio ustawione. Nie zachowanie porządku w magazynie wynikało również z pośpiechu w czasie realizacji zadań. W czasie przyjęcia, głównym zadaniem kelnerów jest dbanie o klientów. Mieli oni więc mało czasu na realizację pozostałych obowiązków co zmniejszało dokładność ich pracy.

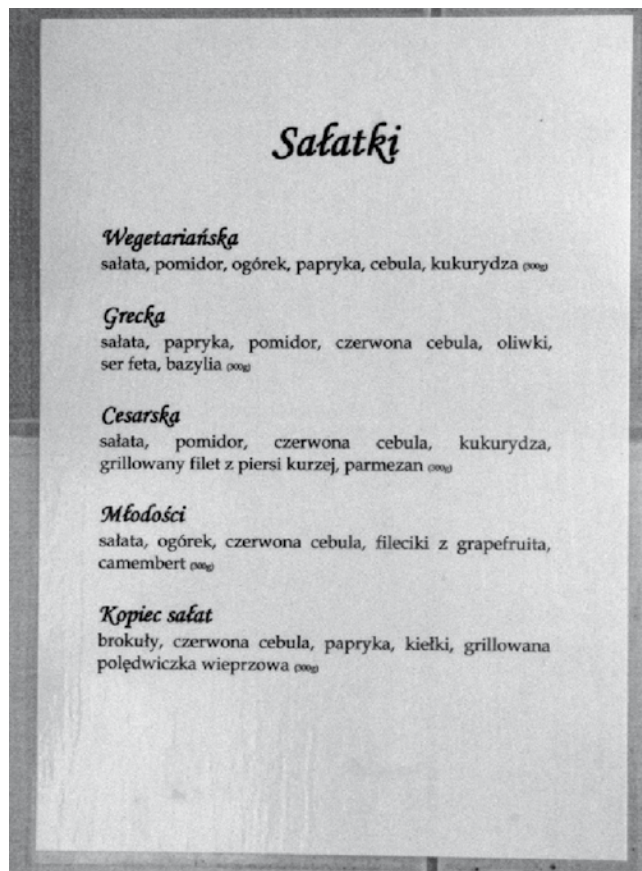


Rys. 4. Przykładowa etykieta do szkła po modyfikacji, (fot. Skrzypczyk).

Fig. 4. Example of label into glass after modification, (fot. Skrzypczyk).

Głównym problemem występującym w czasie implementacji systemu w pracy kuchni był Lean. Pracownicy wielokrotnie udawali się do magazynów po produkty czasem donosząc jednostkowo każdy potrzebny. Genezą problemu był brak znajomości oferty. W lokalu karta menu jest przygotowana w formie zestawów np. rolada śląska jest podawana z kluskami, sosem oraz czerwoną kapustą na ciepło. Oczywiście istnieje możliwość modyfikacji takiego zestawu, jednak przygotowanie gotowych kompletów w postaci dań głównych w dłuższym czasie znacznie usprawnia pracę. Po około miesiącu od rozpoczęcia pracy, zarówno dla pracownika kuchni jak i sali oznaczenie „rolada śląska” jest jednoznaczne z opisanym zestawem, jednak przed tym

czasem mogą mieć oni problem z zapamiętaniem wszystkich potrzebnych produktów, a nie zawsze wystarcza czasu na sprawdzenie składu przed udaniem się do magazynu. Oczywiście nie każdy zestaw zostanie zapamiętany w czasie miesiąca (ich ilość zależy od popularności dań), z niektórymi pracownicy mieli jednak większy problem niż z pozostałymi, a mianowicie ze składem pizz, sałatek oraz deserów lodowych. W celu eliminacji tych trudności przygotowano oraz zalaminowano opisy tych dań a następnie na stałe przyklejono nad miejscem ich wykonywania (rys. 5.). W przypadku deserów, poza opisami zaprezentowano również zdjęcia gotowych deserów. Dzięki temu mogły one zawsze być podane w tym samym pucharku oraz wykonane w jednakowy sposób.



Rys. 5. Przykładowa lista składników sałatek, (fot. Skrzypczyk).

Fig. 5. Example list of ingredients salads, (fot. Skrzypczyk).

Opisane problemy zostały zniwelowane dzięki usprawnieniu procesów logistycznych zachodzących w przedsiębiorstwie jak również poprzez zastosowanych wybranych narzędzi. Warto zwrócić uwagę, iż osiągnięty sukces wiąże się ze stałą pracą właścicieli nad rozwojem lokalu oraz ciągłym doskonaleniem zarządzania logistycznego.

## PROPOZYCJE MOŻLIWOŚCI DALSZYCH ZMIAN I USPRAWNIENI ORGANIZACJI

Jednorazowe ustanowienie systemu nie jest wystarczające i nie zaspokaja potrzeb firmy w budowaniu konkurencyjności. Przedsiębiorstwo stale musi dążyć do doskonałości

rozwijając swoje umiejętności i kompetencje. Jako propozycje tendencji rozwojowych w zarządzaniu logistycznym przedsiębiorstwa wybrano trzy koncepcje. Pierwsza z nich - Six Sigma, mogłaby znaleźć swoje zastosowanie w analizie zadowolenia klientów, wymaga jednak solidnego zaangażowania i czasu.

Zaproponowane rozwiązanie w postaci Six Sigma, pozwala na znalezienie kluczowych dla firmy czynników wpływających na sukces lub porażkę. Zastosowanie Six Sigma wymaga wcześniej odpowiedniej analizy. Należy mieć na uwadze założenia teorii, według której Six Sigma określa się jako proces gospodarczy, pozwalający uzyskać radykalną poprawę wyników finansowych [6]. Metoda ta nie posiada ograniczeń obszaru zastosowaniu jednak nie zawsze istnieje możliwość implementacji metody, a nawet po zastosowaniu, nie ma gwarancji powodzenia [8]. Jako narzędzie doskonalenia jakości wymaga czasu, na zebranie i odpowiednie przygotowanie danych które mogą posłużyć do analizy, a w konsekwencji przyczynić się do sukcesu lub porażki metody. Przykładem zastosowania metody mógłby być zeszyt zwrotów, w którym pracownicy, jeśli klient miałby uwagi odnośnie potrawy, notowaliby datę oraz rodzaj występującego odchyłu. Następnie takie dane należałoby podzielić na kategorie w zależności od stopnia istotności zaistniałych wad, a ostatecznie odnieść ich ilość do całości sprzedaży. Można wykorzystać kilka specyficznych analiz np. w stosunku do: wszystkich wydanych dań, do kategorii potrawy, wyłącznie tych samych posiłków. Przykładowo ilość niepoprawnie podanych kotletów de volaille porównać można do całości sprzedanych dań w miesiącu, następnie do innych dań z drobiu a ostatecznie w stosunku do ilości wydanych kotletów de volaille. Jeśli sama metoda Six Sigma nie może być zaimplementowana, warto czerpać z niej wzorce poszukiwania kluczowych czynników wpływających na jakość usługi, czas jej wykorzystania oraz kapitałochłonność, celem wprowadzenia oszczędności oraz udoskonalień na najważniejszych etapach produkcji.

Kolejnym zaproponowanym narzędziem jest reinżynieria. Daje ona możliwość gruntownego przemodelowania i przekształcenia procesu [11]. Ponadto pozwala na wyselekcjonowanie elementu z całego systemu i skupieniu się na ponownym zaprojektowaniu bez konieczności interpretacji pozostałych. W pierwszym kroku należy dokonać identyfikacji potrzeb klientów oraz użytkowników informacji, a także uczestników procesów informacyjnych. Następnie dokonuje się oceny pod kątem kosztów, jakości oraz czasu, po czym tworzony jest zespół do przeprowadzania analizy i modyfikacji. Kolejny etap to poszukiwanie wzorców rozwiązań oraz ich metod wdrażania po czym tworzone są możliwości rozwiązania, a wybrana zostaje wdrożona [1]. Należy pamiętać, że zastosowanie reinżynierii nie może być stałe, ponieważ ciągle zmienianie całego systemu źle wpływa na działalność firmy, budzi niepokój, chaos oraz stwarza zagrożenie brakiem nie istnienia żadnych zasad. Warto jednak co kilka lat spróbować odejść od wszystkich istniejących założeń i wykreować zupełnie nowy system. Może się okazać, że obecny wystarczy tylko delikatnie zmodyfikować. Istnieje również możliwość zastosowania zupełnie nowego narzędzia zarządzania logistycznego, mogącego przynieść znacznie większe niż spodziewane rezultaty. Należy przypomnieć, że reengineering można

stosować do wydzielonej części działalności firmy, jako narzędzie naprawcze. Przykładowo, stwierdzając niewłaściwą pracę kucharzy, po ulepszeniach nie przynoszących efektywnych skutków, należy od nowa rozplanować system ich pracy. Powinno się więc zrezygnować ze wszystkich wcześniej zaproponowanych rozwiązań. Warto, jeśli istnieje taka możliwość, wspomóc się benchmarkingiem, sprawdzając jakie systemy stosowane są w innych lokalach i ocenić szansę ich implementacji. Reinżynieria nie zabrania wykorzystania dobrze działających w bieżącym systemie (przed zmianami) elementów, chroni jednak przed ponownym przetwarzaniem tej samej metodologii. Jeśli System 5S przyczyniłby się do zachowania ciągłego porządku w przedsiębiorstwie, nie należy z niego rezygnować, a skupić się tylko na problematycznych przepływach, generujących straty i opóźnienia. Dobre zastosowanie reinżynierii to innowacyjna zmiana, która w krótkim czasie przyniesie sporą poprawę. Należy pamiętać przy stosowaniu tej metody gwałtowności jej charakteru, na którą pracownicy, przyzwyczajeni do Kaizen mogą źle zareagować.

Ostatnią propozycją jest zarządzanie przez czas. Czynnik ten staje się najwyższym priorytetem w procesach [7]. Jest on częściowo wdrożony do istniejącego systemu dzięki Lean oraz Kaizen, jako czynnik produkcji. Można jednak rozwijać tę teorię i kreować nowoczesny system, który stworzy możliwość jeszcze większej kontroli czasu. Czas jest dobrem rzadkim, a jego właściwe wykorzystanie jest niezwykle istotne. Opiera się ono o stałą współpracę wszystkich istniejących w firmie podmiotów, skupiających się na tworzeniu wartości dodanej firmy. Przykładowo implementacji można dokonać w pracy kucharzy. Oczywiście w codziennych zadaniach związanych z gotowaniem potraw a'la karta, ograniczałoby się to do tworzenia harmonogramów wykonania konkretnych potraw, jednak przy planowaniu przyjęcia istnieje szersza możliwość jego zastosowania. W pierwszym kroku można np. przygotować listę rzeczy jakie muszą zostać wykonane, przykładowo cztery rodzaje mięsa, trzy rodzaje sałatek, dwa rodzaje dodatków skrobiowych. Następnie należy określić czas podania posiłku – czas zakończenia czynności. Obliczając długość czasu trwania poszczególnych zadań można oszacować przybliżony czas rozpoczęcia zadania. Przy planowaniu priorytetów, warto posłużyć się ich czasowym ogranicznikiem, ponieważ potrawy o różnej porze powinny zostać poddane obróbce termicznej, a niektóre z nich być może mogą zostać przygotowane w pełni wcześniej. Dzięki temu, w danym przedziale czasowym, pracownicy będą mieli informację, które z zadań jest najważniejsze a przez to podaną kolejność ich wykonywania. Należy pamiętać, że zarządzanie czasem jest trudne i wymaga sporej wprawy kierownika oraz zaangażowania pracowników, jak i motywacji obu stron. Porażki powinny być traktowane jako lekcja, a sam podział czasowy pracy realistyczny do wykonania w określonym czasie.

Zarządzanie przez czas, reinżynieria czy też Six Sigma nie są jedynymi metodami, które można rozwinąć w istniejącym już systemie w branży gastronomicznej. Ich wybór jest związany ze znajomością konkretnego lokalu, podbudowany różnorodnością rozwiązań. Niezależnie od wyboru kolejnych metod implementowanych do systemu, należy stale rozwijać firmę, budując tym samym silne przedsiębiorstwo na rynku (dążąc do pozycji lidera), poprzez usprawnienie zarządzania logistycznego przedsiębiorstwa.

## ISTOTNE KORZYŚCI Z WYKORZYSTANIA NOWOCZESNYCH METOD ZARZĄDZANIA LOGISTYCZNEGO

Na przestrzeni ponad pięciu lat zauważono, że zaproponowane systemy zostały w pełni zaimplementowane i dzięki filozofii Kaizen są nadal rozwijane.

Korzyści wynikających z wykorzystania narzędzi usprawniających zarządzanie logistyczne w organizacji jest bardzo wiele, można tutaj wymienić między innymi stałą pozycję na rynku dzięki benchmarkingowi. W gastronomii panuje przeświadczenie, że okres pięciu lat jest próbą po której można określić zdolność lokalu. Można zauważyć, że badana restauracja jest prężnie działającą jednostką, braną pod uwagę przy wyborze miejsca do spędzenia czasu, zjedzenia posiłku czy też organizacji przyjęcia. Cyklicznie organizowane imprezy: bal sylwestrowy, zabawa walentynkowo – karnawałowa oraz Andrzejki, co roku cieszą się sporym zainteresowaniem. Analizowana restauracja zdobyła również grupę swoich stałych klientów, regularnie odwiedzających lokal.

Przekazanie działań do outsourcingu pozwoliło skupić się na istocie działalności a zarazem zapewniło kompletność działalności. Od początku firma współpracuje z tymi samymi kontrahentami, co wiąże się z coraz większym zaufaniem obu stron.

Metoda Lean pozwoliła stworzyć płynne przebiegi logistyczne w firmie. Pracownicy nie marnują czasu na czynności zbędne nie przynoszące wartości dodanej oraz stale usprawniają swój system działania. Dużą pomocą jest tutaj systematyka 5S dzięki której w lokalu stale panuje porządek (dostrzegany również przez kontrole Państwowej Inspekcji Sanitarnej). Przyczynia się ona również do płynności pracy, ponieważ nie poświęca się czasu na szukanie np. naczyni czy produktów.

Filozofia Kaizen pozwala stale rozwijać wdrożone systemy. Budzi również kreatywność wśród pracowników, którzy wychodzą z inicjatywami usprawnień. Dzięki nim stworzono np. specjalne stojaki na dekoracje stołów, czy też mały regał na sztucce. Regularne utrzymywanie czystości wpływa korzystnie na wizerunek lokalu. Goście odwiedzający restaurację doceniają schludność i dbałość o szczegóły, które są istotne w tak specjalistycznej dziedzinie rynkowej.

Osiągnięty sukces wiąże się ze stałą pracą właścicieli nad wizerunkiem firmy. Starają się oni nie tylko nadażyć za modą, ale również dostarczyć klientowi produkt o jak najwyższej jakości, poświęcając cały swój czas na pracę w lokalu. Zmiany przyczyniają się również do zwiększenia zadowolenia pracowników, miłej atmosfery pracy oraz poczucia pewności. Ponadto wzrosła efektywność, elastyczność oraz konkurencyjność lokalu.

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy w badanym przedsiębiorstwie branży gastronomicznej stwierdza się, że zastosowane systemy dają większe możliwości funkcjonalne niż tradycyjne rozwiązania, wykorzystujące schemat organizacji oparty na jednej z metod kierowniczych. Wdrożenie systemów przyczyniło się do zbudowania silnej pozycji

lokalu na rynku gastronomicznym, czego dowodem jest szósty rok działalności przynoszący stałe zyski finansowe. Wymierną korzyścią dla firmy jest grono stałych klientów, co ma ogromny wpływ na opinię o lokalu. Znaczne oddziaływanie na wybór systemów zarządzania tworzących jednolitą strukturę kierowania przedsiębiorstwem w restauracji miała specyfika lokalu gastronomicznego oraz chęć do stałego utrzymywania jak najwyższej jakości produktów, surowców a przede wszystkim usługi, będącej finalnym produktem lokalu mającego na celu wpasowanie się w potrzeby rynku oraz zaspokojenie wymagań klienta. Wprowadzenie zaproponowanych metod zarządzania logistycznego przyniosło wiele pożytku i korzyści w niemal wszystkich obszarach działalności lokalu.

## LITERATURA

- [1] **CZEKAJ J. 2002.** Metody zarządzania informacją w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków, 144-146.
- [2] **ENCYKLOPEDIA ZARZĄDZANIA** [http://mf-files.pl/pl/index.php/Metoda\\_5S](http://mf-files.pl/pl/index.php/Metoda_5S) (dostęp na dzień 06.02.2014).
- [3] **FICOŃ K. 2008.** Logistyka ekonomiczna, Procesy logistyczne. Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa.
- [4] **HAMROL A. MANTURA W. 2005.** Zarządzanie jakością. Teoria i Praktyka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 64-116.
- [5] **KALINOWSKI T. B. 2010.** Innowacyjność przedsiębiorstw a systemy zarządzania jakością., Wydawnictwo Oficyna, Warszawa, 107.
- [6] **KARASZEWSKI R. 2003.** Systemy zarządzania jakością największych korporacji świata i ich dyfuzja. Zjawisko, rozwój, znaczenie, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 108.
- [7] **KORZENIOWSKI L. F. 2010.** Menedżment. Podstawy zarządzania, Wydawnictwo EAS, Kraków, 123.
- [8] **KOSZLAJDA A. 2010.** Zarządzanie Projektami IT. Przewodnik Po Metodykach., Wydawnictwo Helion, Gliwice, 239-246.
- [9] **KRAWCZYK S. 2001.** Zarządzanie procesami logistycznymi. PWE, Warszawa.
- [10] **NIEWCZAS M. 2010.** *Audit systemu 5-S. Charakterystyka zasad 5-S oraz auditu 5-S*, Problemy Jakości, nr 4.
- [11] **NOWAK M. 2007.** Controlling działalności marketingowej., Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 58.
- [12] **OPOLSKI K. 2004.** Zarządzanie jakością w usługach publicznych., Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa, 180.
- [13] **SOŁTYSIK M. 2003.** Zarządzanie Logistyczne, III wydanie zmienione i rozszerzone, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice, 57.
- [14] **SZCZEPAŃSKA K. 1998.** Kompleksowe Zarządzanie Jakością TQM., Wydawnictwo Alfa-Wero, Warszawa, 44.

Dr hab. prof. nadzw. Mirosław KARPIUK  
Akademia Obrony Narodowej w Warszawie  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

## POSTĘPOWANIE W SPRAWIE PRAKTYK NARUSZAJĄCYCH ZBIOROWE INTERESY KONSUMENTÓW PROWADZONE PRZED PREZESEM URZĘDU OCHRONY KONKURENCJI I KONSUMENTÓW®

Proceedings concerning practices collective interests conducted before  
the President of the Office of Competition and Consumer Protection®

*W artykule podejmowana jest problematyka statusu Prezesa Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów, jako organu prowadzącego postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów. W ramach tego postępowania administracyjnego, organ administracji rządowej rozstrzyga w drodze decyzji administracyjnej o naruszeniu przepisów ustawowych odnośnie stosowania praktyk, które naruszają interesy konsumentów mające charakter zbiorowy. Postępowanie przed Prezesem Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów toczy się jako administracyjne, a w drodze odwołania przechodzi na tryb postępowania cywilnego przed sądem ochrony konkurencji i konsumentów.*

*The article discusses the issue of the status of the President of the Office of Competition and Consumer Protection as an investigating authority in a field of practices infringing collective consumer interests.*

*Within such administrative proceedings, the government authority determines by an administrative decision whether the legal regulations referring to practices violating consumer interests of a collective character are violated.*

*The proceedings conducted before the President of the Office of Competition and Consumer Protection is of an administrative nature, and as an appeal it changes into the mode of civil procedure before the Court of Competition and Consumer Protection.*

### WSTĘP

W sferze zapewnienia ochrony interesów konsumentów szczególną pozycję zajmuje Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów, który został przez ustawodawcę wyposażony we władcze kompetencje w tym zakresie. Postępowanie przed tym centralnym organem administracji rządowej może być prowadzone jako postępowanie wyjaśniające, postępowanie antymonopolowe lub postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów. Tryb postępowania w powyższych sprawach nie jest jednolity, występują pewne elementy je odróżniające. Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów w ramach postępowania w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów, które jest przedmiotem niniejszego artykułu, wydaje akty administracyjne – decyzje i postanowienia. Niemniej jednak wyłączona jest w tym przypadku ogólna zasada dwuinstancyjności, w świetle której istnieje możliwość wzruszenia aktu administracyjnego przez organ administracji publicznej. W przedmiotowym przypadku właściwy w sprawie odwołania będzie sąd ochrony konkurencji i konsumentów, zatem sprawa jest przenoszona na grunt cywilnoprawny.

**Celem artykułu jest wskazanie mechanizmów determinujących postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów prowadzone przed Prezesem Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów.** Wskazuje się w nim fazy postępowania administracyjnego, które stanowią „przedinstancję” postępowania sądowego – cywilnego.

### WSZCZĘCIE POSTĘPOWANIA W SPRAWIE PRAKTYK NARUSZAJĄCYCH ZBIOROWE INTERESY KONSUMENTÓW

Prezes UOKiK wszczyna postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów z urzędu<sup>1</sup>. Ustawodawca wprost rozstrzyga o możliwości wszczęcia postępowania dotyczącego praktyk naruszających zbiorowe interesy, strona nie może uruchomić tegoż postępowania z własnej inicjatywy (na wniosek). Nawet w przypadku pisma skierowanego do organu administracyjnego uprawnionego do wszczęcia postępowania, zawierającego informacje, które wskazują, że istnieje uzasadniona potrzeba wszczęcia takiego postępowania i tak nie może być ono traktowane jako wniosek wszczynający, gdyż organ zawsze działa z urzędu.

Ogólne, administracyjne przepisy procesowe dopuszczają dwie możliwości wszczęcia postępowania – na wniosek oraz z urzędu, jeżeli postępowanie wszczęto z urzędu, organ ma obowiązek powiadomić o tym strony postępowania<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Art. 49 ust. 1 Ustawy z dnia 16 lutego 2007 r. o ochronie konkurencji i konsumentów (Dz.U. Nr 50, poz. 331 ze zm.), dalej u.o.k.k.

<sup>2</sup> Art. 61 § 1 i § 4 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz.U. z 2013 r., poz. 267 ze zm.), dalej k.p.a. Art. 61 § 1 k.p.a. nie wskazuje na dowolność organu odnośnie wszczęcia postępowania bądź z urzędu bądź na wniosek, Wyrok WSA z dnia 1 grudnia 2010 r., II SA/Wr 477/10, LEX Nr 936723. To przepisy administracyjne materialne często decydują o tym, czy mamy do czynienia z postępowaniem wnioskowym, czy wszczynanym z urzędu, nie pozostawiając właściwemu organowi wyboru formuły uruchomienia postępowania.

Zawiadomienie stron o wszczęciu postępowania w sprawie jest podstawowym aspektem realizacji zasady ogólnej czynnego udziału stron w postępowaniu administracyjnym<sup>3</sup>. Prezes UOKiK wszczynając postępowanie z urzędu nie wydaje w tym zakresie postanowienia, a podejmuje stosowne czynności w sprawie (np. dowodowe), w tym zobowiązany jest do zawiadomienia stron o wszczęciu postępowania, co także stanowi czynność procesową.

O fakcie, czy w danym rodzaju postępowania obowiązuje zasada skargowości, czy zasada oficjalności, decydują przepisy prawa materialnego. Przyjmuje się, że jeżeli z normy prawa materialnego *expressis verbis* nie wynika, czy sprawa podejmowana jest na wniosek, czy z urzędu, to gdy przedmiotem jest przyznanie uprawnienia – postępowanie oparte jest na zasadzie skargowości, a gdy przedmiotem jest nałożenie obowiązku – postępowanie wszczynane jest z urzędu<sup>4</sup>. Artykuł 61 § 1 k.p.a. musi być interpretowany w związku z przepisami prawa materialnego, które nie tylko wyznaczają rodzaj spraw załatwianych w formie decyzji administracyjnej, ale i normują inicjatywę co do powstania danej treści stosunku materialnoprawnego. To przepisy prawa materialnego decydują, czy postępowanie administracyjne może zostać wszczęte z urzędu, czy na wniosek strony<sup>5</sup>. W przypadku postępowania w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów, toczącego się przed Prezesem UOKiK nie ma żadnych wątpliwości, gdyż ustawodawca wprost rozstrzyga, że jest to postępowanie wszczynane z urzędu.

Jeżeli, tak jak w przypadku art. 49 ust. 1 u.o.k.k., stwierdza się, że Prezes UOKiK wszczyna postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów z urzędu (gdy przepis szczególny wyczerpująco reguluje kwestię wszczęcia postępowania), praktyczne znaczenie art. 61 § 1 k.p.a. jest niewielkie [6, s. 412].

Jednym z aspektów realizacji ogólnej zasady postępowania administracyjnego, którą stanowi czynny udział strony w tym postępowaniu, jest zawiadomienie jej o wszczęciu postępowania w sprawie [1, s. 361]. Na podstawie art. 61 § 4 k.p.a. organ administracji publicznej jest zobowiązany z urzędu ustalić, kto ma w danej sprawie interes prawny lub obowiązek<sup>6</sup>, a w przypadku poczynienia takich ustaleń skierować do tych podmiotów zawiadomienia, z których będzie wynikało, że: postępowanie wszczęto z urzędu, jaka jest jego podstawa prawna, czego postępowanie dotyczy, jakie są strony tegoż postępowania oraz kto je prowadzi.

Zawiadomienie strony o wszczęciu postępowania z urzędu, przewidziane przez art. 61 § 4 k.p.a. nie jest postanowieniem, czy też decyzją administracyjną<sup>7</sup>. Stanowi ono pismo procesowe, do którego strony mogą się w ramach prowadzonego postępowania odnieść, jednak nie przysługuje od niego odrębny środek zaskarżenia. Można formułować odnośnie zawiadomienia o wszczęciu postępowania z urzędu zarzuty, lecz w odwołaniu od decyzji kierowanym do sądu ochrony konkurencji i konsumentów.

Na gruncie art. 61 § 4 k.p.a. wywodzony jest szerszy obowiązek informacyjny, niż tylko obowiązek zawiadomienia stron o wszczęciu postępowania z urzędu. Zwraca się uwagę, że jeżeli przepis ten zobowiązuje organy do powiadomienia o wszczęciu postępowania, to tym bardziej należy uznać, że obowiązek taki odnosi się do zmiany (rozszerzenia) przedmiotu toczącego się postępowania<sup>8</sup>. W związku z powyższym na Prezesa UOKiK będzie ciążył obowiązek przekazania informacji stronie odnośnie rozszerzenia, bądź zawężenia przedmiotu, który obejmuje postępowanie w sprawie praktyki naruszającej zbiorowe interesy konsumentów. Obowiązek sygnalizacyjny w wąskim znaczeniu obejmuje zawiadomienie stron o wszczęciu postępowania z urzędu, w znaczeniu szerokim zawiadomienie o zmianie przedmiotu postępowania.

Prezes UOKiK ma obowiązek wszczęcia postępowania z urzędu w przypadku, gdy zachodzą przesłanki mieszczące się w pojęciu „praktyki naruszające zbiorowe interesy konsumentów”. Przy czym nielegalne praktyki muszą naruszać zbiorowe, nie indywidualne interesy konsumentów. Nie oznacza to jednak, że indywidualny konsument nie jest chroniony przed niezgodnymi z prawem praktykami przedsiębiorców, lecz odbywa się to przede wszystkim w trybie cywilno-prawnym.

Data wszczęcia postępowania administracyjnego z urzędu jest datą podjęcia przez organ pierwszej czynności procesowej<sup>9</sup>. W związku z powyższym terminy w postępowaniu przed Prezesem UOKiK będą rozpoczynały swój bieg od daty podjęcia przez ten centralny organ administracji rządowej pierwszej czynności w sprawie, może to być m.in. czynność mająca postać zawiadomienia strony o wszczęciu postępowania z urzędu (lub inna).

Naruszenie prawa procesowego polegające na braku zawiadomienia strony o wszczęciu postępowania, nie musi skutkować uchynieniem decyzji (gdy strona nie wykaże, aby pomiędzy brakiem zawiadomienia o wszczęciu postępowania a treścią decyzji administracyjnej zachodził jakikolwiek związek przyczynowy), tym bardziej brak jest podstaw do uznania, że naruszenie takie stanowi rażące naruszenie prawa procesowego, którego konsekwencją jest nieważność decyzji<sup>10</sup>. Brak zawiadomienia o wszczęciu postępowania w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów stanowi o jego wadliwości, niemniej jednak, jeżeli ta wadliwość nie będzie istotna z punktu widzenia rozstrzygnięcia, to decyzja administracyjna wydana w sprawie na podstawie tej przesłanki nie będzie wzruszona.

## DOWODY W POSTĘPOWANIU W SPRAWIE PRAKTYK NARUSZAJĄCYCH ZBIOROWE INTERESY KONSUMENTÓW

Jako dowód należy dopuścić wszystko to, co może przyczynić się do wyjaśnienia sprawy, a nie jest sprzeczne z prawem, w szczególności mogą to być dokumenty, zeznania świadków, opinie biegłych oraz oględziny, jak wskazuje art. 75 § 1 k.p.a. Katalog środków dowodowych wymienionych

Może być również tak, że określone postępowanie może być wszczynane na wniosek i z urzędu, jednak w przypadku wniosku strony (gdy nie ma on braków formalnych i ustawodawca dopuszcza tego rodzaju procedowanie) organ ma obowiązek je wszcząć, to samo odnosi się do postępowania wszczynanego wyłącznie na wniosek strony. Nie zawsze organ ma obowiązek wszcząć postępowanie z urzędu.

3 Wyrok NSA z dnia 14 lutego 2012 r., I OSK 1169/11, LEX Nr 1120577.

4 Wyrok WSA z dnia 9 kwietnia 2013 r., II SA/Ld 59/13, LEX Nr 1310642, Wyrok WSA z dnia 8 marca 2013 r., II SA/Ld 678/12, LEX Nr 1303667, czy Wyrok WSA z dnia 29 września 2011 r., II SA/Rz 525/11, LEX Nr 966462.

5 Wyrok WSA z dnia 19 sierpnia 2010 r., I SA/Wa 230/10, LEX Nr 750774.

6 Wyrok NSA z dnia 15 kwietnia 2010 r., I OSK 1280/09, LEX Nr 595027.

7 Wyrok WSA z dnia 15 stycznia 2010 r., III SA/Wr 451/07, LEX Nr 554222.

8 Wyrok WSA z dnia 26 października 2011 r., II SA/Po 724/11, LEX Nr 1153133, czy Wyrok WSA z dnia 19 lipca 2011 r., II SA/Po 236/11, LEX Nr 1086501.

9 Wyrok NSA z dnia 25 listopada 2011 r., II OSK 1679/10, LEX Nr 1151992.

10 Wyrok WSA z dnia 7 marca 2011 r., II SA/Kr 1499/10, LEX Nr 993249.

w tym przepisie nie jest katalogiem wyczerpującym, a tym samym środkiem dowodowym mogą być także inne dowody nie wymienione w nim wyraźnie<sup>11</sup>.

Dowodem w postępowaniu w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów mogą być dokumenty i informacje będące w posiadaniu przedsiębiorców, a o które zwraca się do nich Prezes UOKiK. Ustawodawca w art. 50 ust. 1-2 u.o.k.k. nałożył na przedsiębiorców obowiązek przekazywania wszelkich koniecznych informacji i dokumentów na żądanie Prezesa UOKiK, które powinno zawierać: wskazanie zakresu informacji; wskazanie celu żądania; wskazanie terminu udzielenia informacji; pouczenie o sankcjach za nieudzielenie informacji lub za udzielenie informacji nieprawdziwych lub wprowadzających w błąd. Pismo Prezesa UOKiK kierowane do przedsiębiorcy w celu uzyskania informacji ma charakter sformalizowany. Ze względu na tajemnicę przedsiębiorcy, wolność działalności gospodarczej oraz inkwizycyjny charakter postępowania Prezes UOKiK nie posiada swobody w zakresie żądania informacji. Musi ona bezpośrednio się mieścić w przedmiocie postępowania, gdyż jest udzielana na jego potrzeby. Ustawodawca nie kategoryzuje, jakie informacje i dokumenty mają być przekazane, są to „wszelkie” dokumenty i informacje, „konieczne” z punktu widzenia postępowania w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów.

Żądanie przekazania informacji i dokumentów jest czynnością procesową Prezesa UOKiK o charakterze władczym, podejmowaną w celu zgromadzenia niezbędnego materiału do wykonywania zadań przewidzianych w u.o.k.k. [3, s. 759]. W tym przypadku będą to informacje i dokumenty niezbędne do wydania decyzji w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów.

Artykuł 50 ust. 3 u.o.k.k. przyznaje każdemu prawo składania na piśmie – z własnej inicjatywy lub na prośbę Prezesa UOKiK – wyjaśnień dotyczących istotnych okoliczności sprawy. Katalog podmiotów uprawnionych do składania wyjaśnień (w formie pisemnej) odnośnie istotnych okoliczności sprawy jest szeroki, niedookreślony, przy czym wyjaśnienia muszą dotyczyć istotnych aspektów. O tym czy wyjaśnienie dotyczy istotnych okoliczności sprawy decyduje organ prowadzący postępowanie.

Jak stanowi art. 51 u.o.k.k. dowodem z dokumentu w postępowaniu przed Prezesem UOKiK może być wyłącznie oryginał dokumentu lub jego kopia poświadczona przez organ administracji publicznej, notariusza, adwokata, radcę prawnego lub upoważnionego pracownika przedsiębiorcy, sporządzony w języku polskim. W przypadku, gdy dokument został sporządzony w języku obcym, należy przedłożyć także, poświadczony przez tłumacza przysięgłego, tłumaczenie na język polski tego dokumentu albo jego części mającej stanowić dowód w sprawie. Przepis ten wyklucza stosowanie art. 75 § 1 k.p.a., według którego dowodem jest wszystko, co może przyczynić się do wyjaśnienia sprawy, a nie jest sprzeczne z prawem. W postępowaniu w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów ustawodawca wyraźnie wskazuje co może być dowodem z dokumentu.

Strona, która powołuje się na dowód ze świadków, ma obowiązek wskazać fakty, które mają być potwierdzone zeznaniami poszczególnych świadków, jak również podać dane umożliwiające prawidłowe wezwanie świadka, co określa art. 52 ust. 1 u.o.k.k. Prezes UOKiK nie ma zatem obowiązku, w powyższym zakresie, podejmowania wszelkich niezbędnych kroków, które przybliżą do rozstrzygnięcia sprawy. Obowiązek dowodowy w zdecydowanym zakresie w tym przypadku został przeniesiony z organu administracji publicznej na stronę, która ma wskazać fakty, które mają potwierdzić w zeznaniach świadkowie, a dodatkowo wskazać informacje pozwalające na prawidłowe ich wezwanie.

Ustawodawca w art. 54 u.o.k.k. podnosi, że w sprawach wymagających wiadomości specjalnych Prezes UOKiK, po wysłuchaniu wniosków stron co do liczby biegłych i ich wyboru, może wezwać jednego lub kilku biegłych w celu zasięgnięcia ich opinii<sup>12</sup>. Postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów charakteryzuje się dużym stopniem skomplikowania, w związku z czym Prezes UOKiK w przypadku stwierdzenia deficytu wiedzy fachowej, może zasięgnąć opinii biegłego. To uprawnienie ma zapewnić podjęcie przez niego prawidłowego rozstrzygnięcia. Opinia taka ma mu pomóc dokonać należytej oceny zebranego w sprawie materiału dowodowego [4, s. 785].

Jak stanowi art. 60 u.o.k.k. Prezes UOKiK może w toku postępowania przeprowadzić rozprawę, która z zasady jest jawna. Jawność jest wyłączona, jeżeli są podczas niej rozpatrywane informacje stanowiące tajemnicę przedsiębiorstwa, jak również inne tajemnice podlegające ustawowej ochronie<sup>13</sup>. Na organ administracji publicznej nie został nałożony obowiązek przeprowadzenia rozprawy; o tym czy przeprowadzenie rozprawy jest konieczne z punktu widzenia wydania prawidłowego rozstrzygnięcia, decyduje centralny organ administracji rządowej, właściwy w sprawach ochrony konkurencji i konsumentów, który działa w ramach uznania administracyjnego. Zasadą jest jawność postępowania przed Prezesem UOKiK w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów. Jawność może wyłączyć przepis ustawowy gwarantujący ochronę stosownych informacji i dokumentów, jednoznacznie rozstrzygający o konieczności zachowania tajemnicy.

Ustawodawca w art. 60 u.o.k.k. inaczej rozstrzyga niż w art. 84 § 1 k.p.a., który stanowi, że organ administracji publicznej przeprowadzi, z urzędu lub na wniosek strony, w toku postępowania rozprawę – w każdym przypadku gdy zapewni to przyspieszenie lub uproszczenie postępowania lub gdy wymaga tego przepis prawa. Przepisy u.o.k.k. będą przepisami szczególnymi w stosunku do k.p.a., zatem będą miały pierwszeństwo w zakresie ich stosowania, w związku z czym nie będzie tutaj występował obowiązek przeprowadzenia rozprawy.

W art. 61 u.o.k.k. ustawodawca wskazuje, że Prezes UOKiK może zwrócić się o przesłuchanie świadków lub o zasięgnięcie opinii biegłych do właściwego miejscowo sądu rejonowego, jeżeli przemawia za tym charakter dowodu albo

11 Wyrok WSA z dnia 10 października 2012 r., VI SA/Wa 832/12, LEX Nr 1343815. Artykuł 75 § 1 k.p.a. nie zawiera zamkniętego katalogu środków dowodowych dopuszczalnych w postępowaniu dowodowym, jest to jedynie wyliczenie o charakterze przykładowym. Powyższe oznacza, że strony postępowania mają możliwość dowodzenia istotnych dla sprawy okoliczności różnymi dowodami, Wyrok WSA z dnia 9 października 2012 r., I SA/Wa 449/12, LEX Nr 1248092.

12 W przypadku, gdy w sprawie wymagane są wiadomości specjalne, organ administracji publicznej może zwrócić się do biegłego lub biegłych o wydanie opinii, dowód z opinii biegłego można zastosować, jeżeli istnieje potrzeba pozyskania wiadomości wybiegających poza zwykłą rutynową działalność organu, Wyrok NSA z dnia 12 grudnia 2008 r., II GSK 361/08, LEX Nr 518210.

13 Organ administracji publicznej może w czasie rozprawy wyjaśniać nie tylko te aspekty sprawy, które zakomunikował stronom w wezwaniu na nią, Wyrok NSA z dnia 23 lutego 2011 r., II GSK 281/10, LEX Nr 1071128.

względ na poważne niedogodności lub znaczną wysokość kosztów przeprowadzenia dowodu. Prezes Urzędu, zwracając się do sądu rejonowego o przeprowadzenie dowodu, wydaje postanowienie, w którym określa: sąd, który ma przeprowadzić dowód; środek dowodowy; fakty podlegające stwierdzeniu. Pomoc prawną o którą zwraca się centralny organ administracji rządowej wykracza poza sferę administracyjnoprawną, właściwy w tym względzie będzie sąd powszechny, przy czym postanowienie kierowane do sądu rejonowego jest sformalizowane i ma zawierać następujące, obligatoryjne elementy: sąd, który ma przeprowadzić dowód, środek dowodowy oraz fakty podlegające stwierdzeniu.

Prezes UOKiK wydając decyzję kończącą postępowanie w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów uwzględnia wyłącznie zarzuty, do których strony mogły się ustosunkować, co określa art. 74 u.o.k.k. Przepis ten nie uzależnia wydania decyzji wyłącznie od zarzutów, w stosunku do których strona zajęła stanowisko, jak również nie nakłada na stronę obowiązku ustosunkowania się do takich zarzutów. Odniesienie się strony do zarzutów w ramach tego postępowania administracyjnego jest jej uprawnieniem, wystarczy aby stronie zapewnić taką możliwość, by uwzględnić je przy rozstrzygnięciu. Jeżeli strona nie odniosła się do zarzutów z własnej winy, to nie może następnie podnosić, że postępowanie jest wadliwe, ponieważ organ je uwzględnił, chociaż ona w stosunku do nich się nie wypowiedziała.

Wydawanie przez Prezesa UOKiK decyzji administracyjnych w sprawach przewidzianych u.o.k.k. należy do jego wyłącznych kompetencji uruchamianych w ramach wykonywanych samodzielnie zadań [5, s. 67].

Procedurę odwoławczą reguluje art. 81 u.o.k.k. W świetle tego przepisu od decyzji Prezesa UOKiK przysługuje odwołanie do sądu ochrony konkurencji i konsumentów w terminie dwutygodniowym od dnia jej doręczenia. W przypadku wniesienia odwołania Prezes UOKiK przekazuje je niezwłocznie wraz z aktami sprawy do sądu ochrony konkurencji i konsumentów. Jeżeli uzna on odwołanie za słuszne, może, nie przekazując akt sądowi, uchylić albo zmienić swoją decyzję w całości lub w części, o czym bezzwłocznie powiadamia stronę, przesyłając jej nową decyzję, od której stronie przysługuje odwołanie. Uchylając albo zmieniając decyzję, Prezes UOKiK stwierdza jednocześnie, czy decyzja ta została wydana bez podstawy prawnej albo z rażącym naruszeniem prawa. Przed przekazaniem odwołania do sądu ochrony konkurencji i konsumentów lub uchyleniem, albo zmianą decyzji może on również, w uzasadnionych przypadkach, przeprowadzić dodatkowe czynności, zmierzające do wyjaśnienia zarzutów podniesionych w odwołaniu. Powyższe ma także zastosowanie do postanowień wydawanych przez Prezesa UOKiK, z tym że zażalenie wnosi się w terminie tygodnia od dnia doręczenia postanowienia. W szeroko rozumianym postępowaniu związanym z ochroną konkurencji i konsumentów ustawodawca wprowadził dwa etapy postępowania, które tworzą jedną całość. Pierwszy toczy się w ramach szczególnego postępowania przed Prezesem UOKiK i kończy się wydaniem przez niego stosownej decyzji, drugi toczy się już w ramach postępowania cywilnego i kończy wydaniem wyroku przez sąd ochrony konkurencji i konsumentów. Pierwsza faza postępowania stanowi w istocie „przedinstancję” sądową. Zarówno jednak w „przedinstancji”, jak

również w toku wszystkich instancji sądowych rozpatrywane sprawy zachowują swój publicznoprawny charakter<sup>14</sup>.

Sąd Okręgowy w Warszawie, jako sąd ochrony konkurencji i konsumentów jest właściwy m.in. w sprawach odwołań od decyzji Prezesa UOKiK, czy zażaleń na postanowienia wydawane przez ten organ w postępowaniach prowadzonych na podstawie u.o.k.k.<sup>15</sup>

## PODSUMOWANIE

Właściwe funkcjonowanie sfery ochrony konkurencji i konsumenta jest wartością, którą państwo powinno chronić za pośrednictwem powołanych w tym celu wyspecjalizowanych, wyposażonych w odpowiednie środki organów [2, s. 138]. Takim organem jest Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów, który wykonuje czynności ochronne w zakresie zabezpieczenia interesów i praw konsumentów. Interesy te są zabezpieczane (a przynajmniej powinny być) w drodze rozstrzygnięcia wydawanego w ramach postępowania w sprawie praktyk naruszających zbiorowe interesy konsumentów. Jest to jednak postępowanie dotyczące zbiorowych interesów konsumentów, zatem nie jest w jego ramach brany pod uwagę interes indywidualny, chociaż niejako przy okazji ochrony interesów zbiorowych może i on być chroniony, jako pochodny zbiorowego.

## LITERATURA

- [1] **ADAMIAK B. 2008.** [w:] Adamiak B., Borkowski J., *Kodeks postępowania administracyjnego*. Komentarz, Warszawa.
- [2] **KARPIUK M. 2010.** *Organizacja ochrony konkurencji i konsumentów w Polsce*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, Nr 2.
- [3] **KRÜGER J. 2011.** [w:] Stawicki A., Stawicki E. (red.), *Ustawa o ochronie konkurencji i konsumentów*. Komentarz, Warszawa.
- [4] **SIERADZKA M. 2008.** [w:] Kohutek K., Sieradzka M., *Ustawa o ochronie konkurencji i konsumentów*. Komentarz, Warszawa.
- [5] **STEFANIUK M. 2010.** *Pozycja ustrojowa centralnego organu administracji rządowej w Polsce (na przykładzie Prezesa Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów)*, „Studia Iuridica Lublinensia”, t. XIII.
- [6] **WRÓBEL A. 2005.** [w:] Jaśkowska M., Wróbel A., *Kodeks postępowania administracyjnego*. Komentarz, Kraków.

<sup>14</sup> Postanowienie NSA z dnia 11 lutego 2009 r., II GSK 749/08, LEX Nr 551408.

<sup>15</sup> Art. 479<sup>28</sup> Ustawy z dnia 17 listopada 1964 r. Kodeks postępowania cywilnego (t.j. Dz.U. z 2014 r., poz. 101 ze zm.). Postępowanie przed sądem ochrony konkurencji i konsumentów jest postępowaniem pierwszoinstancyjnym. Odwołanie wszczęta kontradiktoryjne postępowanie cywilne, a poprzedzające je postępowanie administracyjne warunkuje wyłącznie dopuszczalność drogi sądowej. Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 31 maja 2011 r., VI ACa 1299/10, LEX Nr 1120215. Postępowanie z zakresu ochrony konsumentów ma charakter hybrydalny, łączący w sobie dominujące w nim elementy sądowego postępowania pierwszoinstancyjnego z pewnymi elementami drugoinstancyjnej kontroli decyzji administracyjnej, Wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 8 marca 2012 r., VI ACa 1150/11, LEX Nr 1131091.



Doc. dr Roman GORYSZEWSKI  
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
Dr Elżbieta KOTOWSKA  
Politechnika Warszawska

## DECENTRALIZACJA FINANSÓW PUBLICZNYCH JAKO ELEMENT ZARZĄDZANIA PUBLICZNEGO®

### Decentralization of public finance as a component of public governance®

**Słowa kluczowe:** zarządzanie publiczne, decentralizacja, finanse publiczne, efekty decentralizacji, jawność, przejrzystość.

*W artykule przedstawiono i oceniono uwarunkowania oraz niektóre efekty decentralizacji finansów publicznych, przeprowadzanej w ostatnich dekadach w Polsce. Szczególną uwagę autorzy zwrócili na podział środków finansowych między państwo a samorząd terytorialny oraz skutki tego podziału dla realizacji idei public governance, wyrażającej się między innymi w zasadzie jawności i przejrzystości finansów publicznych. Podjęte działania w ramach decentralizacji finansów publicznych wpisują się w szeroko pojętą koncepcję zarządzania publicznego.*

**Key words:** public governance, decentralization, public finance, results of decentralization, publicness, transparency.

*The article presents and evaluates some conditions and results of decentralization of public finance, implemented during last decades in Poland. The authors' specific intention was to describe distribution of finance between the state central budget and local budgets and the results of that to the process of realization of the idea of public governance (among other things the principle of publicness and transparency of public finance). The process of realization of decentralization of public finance is an element of a general concept of public governance.*

## WPROWADZENIE

Zarządzanie publiczne jest pojęciem ściśle związanym z administracją publiczną oraz jej rozwojem. Bazując na koncepcji New Public Management (NPM) stanowi próbę zbliżenia administracji publicznej do gospodarki rynkowej w celu zapewnienia jej sprawności w kategoriach należytego wykorzystania środków publicznych dla osiągnięcia zaprogramowanych celów związanych z zaspokajaniem potrzeb zbiorowych. Ogólnie można stwierdzić, że zarządzanie publiczne koncentruje się na obywatelu/ konsumencie oraz odpowiedzialności za rezultaty w zakresie dostarczania dóbr publicznych. Dominujące do niedawna podejście proefektywnościowe ewoluuje w kierunku uwypuklenia nowego podejścia do administracji publicznej – tzw. public governance (współzarządzanie)<sup>1</sup>, które ma za punkt odniesienia społeczeństwo obywatelskie. W takim ujęciu zarządzanie publiczne zajmuje się badaniem sposobu i zakresu systematyzowania działań prowadzących do skutecznego planowania,

określania i realizacji celów organizacji/podmiotów publicznych, zajmujących się dostarczaniem dóbr ze sfery użyteczności publicznej oraz optymalnego wykorzystania zorganizowanego działania ludzi w tych podmiotach lub za ich pośrednictwem, nakierowanego na kreowanie publicznych wartości i realizację interesu publicznego [7, s.10-18]. Public governance widzi obywateli jako podmioty aktywne, zainteresowane decyzjami władz publicznych, uczestniczące w systemie decyzyjnym, co skutkuje postrzeganiem administracji jako elementu systemu społeczeństwa obywatelskiego [11,12]. Aspekt finansowy był i jest w ramach tych koncepcji szczególnie nośny, ponieważ ciągle aktualne są zarzuty dotyczące mało racjonalnego wydatkowania środków publicznych, ich dużego marnotrawstwa, braku bezpośredniej odpowiedzialności za niegospodarność. Wynika to także z zagrożenia stabilizacji systemu finansów publicznych w Polsce i praktycznie w każdej rozwiniętej gospodarce w związku ze starzeniem się społeczeństw i kryzysem gospodarczym. Jest również odpowiedzią na koncepcje społeczeństwa obywatelskiego, które ponosząc daniny na rzecz państwa (aktualnie głównie w formie pieniężnej), ma prawo do publicznej informacji o ich wykorzystaniu, by na tej podstawie podejmować decyzje dotyczące powoływania władzy w ramach demokracji przedstawicielskiej, a następnie współuczestniczyć w podejmowaniu decyzji w zakresie kreowania rozwoju.

**Celem artykułu jest próba określenia poziomu decentralizacji finansów publicznych, wyrażająca się w ich podziale na finanse rządowe i samorządowe oraz wykazanie, że przeprowadzona decentralizacja sprzyja realizacji zasad jawności i przejrzystości, które z kolei są ważnym instrumentem realizacji koncepcji public governance.**

<sup>1</sup> Terminy management i governance są wzajemnie powiązane. Pierwszy z nich związany z nauką zarządzania, dotyczy poszukiwania właściwej organizacji i metod działania podmiotów gospodarki rynkowej (generic management), odnoszonymi następnie – jako public management – do podmiotów sfery publicznej. Do podstawowych zagadnień public management zalicza się zarządzanie budżetowe, które od tradycyjnego sporządzania budżetu odróżnia „kultura kontraktowa” zamiast tradycyjnej kultury administracyjnej, przedsiębiorczość i podejmowanie ryzyka zamiast pasywnego wykonania przepisów. Towarzyszy temu odpowiedzialność za rezultaty wcześniej określonych zadań. Drugi termin, znacznie nowszy, ma za punkt odniesienia przede wszystkim społeczeństwo obywatelskie i obejmuje swoim zakresem podmioty gospodarki rynkowej (corporate governance) oraz podmioty związane ze społeczeństwem obywatelskim (civic governance), a także w kontekście powyższych kategorii podmiotów – instytucje publiczne (public governance). Zob. H. Izdebski, *Od administracji publicznej do public governance*, „Zarządzanie publiczne”, 01/2007, Scholar, s.11-12.

## DECENTRALIZACJA FINANSÓW PUBLICZNYCH

Decentralizacja to kluczowy problem reform ustrojowych w wielu państwach, które polegają na demokratyzacji i liberalizacji życia politycznego i gospodarczego. To jedna z podstawowych zasad koncepcji NPM i zarządzania publicznego/ menedżerskiego. Przyjąć można za A. Borodo [1], że przez decentralizację rozumieć należy przekazywanie zadań i kompetencji państwa w dół – do jednostek terytorialnych niższego szczebla. Ujmując problem dokładniej, wyróżnić należy trzy rodzaje decentralizacji [2, s. 124-125]:

1. decentralizację demokratyczną (dewolucję), oznaczającą transfer władztwa/kompetencji od rządu centralnego do samorządów terytorialnych,
2. decentralizację administracyjną (dekoncentrację), rozumianą jako przekazywanie władzy i środków od rządu centralnego do regionalnych i lokalnych oddziałów,
3. decentralizację fiskalną, tj. przekazywanie władztwa fiskalnego oraz środków finansowych jednostkom samorządu terytorialnego.

Wymienione powyżej rodzaje decentralizacji wzajemnie się przenikają. W szczególności decentralizacja finansowa nie może być odrębnym procesem bez uprzednio przeprowadzonej decentralizacji władzy państwowej. Zauważyć z kolei należy, że decentralizacja finansów publicznych w całym procesie decentralizacji władzy państwowej jest wyjątkowo duża a jej właściwe przeprowadzenie ma fundamentalny wpływ na rezultaty reform decentralizacyjnych. Francuscy badacze decentralizacji Gaudemet i Molinier [5, s.131] piszą: „Decentralizacja jest rzeczywista, gdy podmioty władzy lokalnej są naprawdę panami swoich finansów. (...) Decentralizacja będzie czysto pozorna, jeżeli wspólnota lokalna nie ma rzeczywistej wolności finansowej, mimo iż ma nawet rozległe kompetencje prawne”.

W Polsce proces decentralizacji rozpoczął się od reformy samorządowej w 1990 r. i miał związek z powołaniem podstawowej jednostki samorządu terytorialnego – gminy. Dalsze pogłębienie nastąpiło w 1999 r. wraz z powołaniem kolejnych jednostek samorządu terytorialnego – powiatu i województwa. Przyczyn owej decentralizacji upatrywać należy w idei społeczeństwa obywatelskiego, budowie demokratycznego państwa prawnego, upowszechnianiu idei subsidiarności (pomocniczości) i dążeniu do poprawy efektywności wydatkowania środków publicznych. Decentralizacji ustrojowej towarzyszyła decentralizacja finansów publicznych, doprowadzając do ich zasadniczego podziału na: finanse rządowe, skoncentrowane głównie w budżecie państwa oraz finanse samorządowe, skoncentrowane w budżetach jednostek samorządu terytorialnego (j.s.t.). Stabilność podziału znalazła odzwierciedlenie w regulacjach prawnych – Konstytucji RP z 2 kwietnia 1997 r. [8] i innych aktach prawnych rangi ustawowej.

Art. 167 Konstytucji RP z 1997 r. stanowi, że na dochody j.s.t. składają się:

- dochody własne,
- subwencje ogólne,
- dotacje celowe z budżetu państwa.

Bardziej szczegółowe regulacje zawarte są w art.3 ustawy o dochodach jednostek samorządu terytorialnego [14], gdzie oprócz źródeł wymienionych w Konstytucji, w punkcie 2 zapisano, że dochodami własnymi j.s.t są udziały we wpływach z podatku dochodowego od osób fizycznych (PIT) oraz podatku dochodowego od osób prawnych (CIT). Dalej zaś w punkcie 3 zapisano, że dochodami j.s.t. mogą być:

- środki pochodzące ze źródeł zagranicznych niepodlegające zwrotowi;
- środki pochodzące z budżetu UE;
- inne środki określone w odrębnych przepisach.

W odniesieniu do decentralizacji finansowej, kluczowe znaczenie ma wydzielenie z dochodów publicznych dochodów własnych j.s.t, co wyraża się w przekazaniu na rzecz j.s.t. odpowiednich zasobów finansowych i prawa do dysponowania nimi. Dochody te co do zasady winny zabezpieczać realizację zadań ze sfery użyteczności publicznej o znaczeniu lokalnym, określanych ustawowo jako zadania własne. Takie postrzeganie dochodów własnych to efekt i logiczne następstwo decentralizacji ustrojowej. Dla j.s.t. dochody te mają fundamentalne znaczenie, ponieważ:

- ✓ Istnieje możliwość oddziaływania na ich wielkość,
- ✓ Występuje swoboda w zakresie ich wykorzystania,
- ✓ Są niezależne od sytuacji budżetu państwa,
- ✓ Mają wpływ na wielkość zaciąganych zobowiązań (wyliczenie wskaźnika indywidualnego zadłużenia – IWZ).

Za dochody własne samorządu terytorialnego uważa się wszelkie dochody samorządów z wyjątkiem subwencji ogólnych oraz dotacji celowych z budżetu państwa. Dochody własne stanowią podstawę wyposażenia finansowego samorządów. Zgodnie z zasadą adekwatności środków do zadań wynikającą z Europejskiej Karty Samorządu Terytorialnego [4], dochody własne stanowią podstawę realizacji zadań własnych j.s.t., stwarzają możliwości do prowadzenia własnej polityki fiskalnej oraz kształtowania potencjału dochodowego i są istotnym elementem oddziaływania na społeczność lokalne i regionalne w każdej j.s.t. To właśnie poziom dochodów własnych j.s.t. stanowi podstawę planowania finansowego i budżetu zadaniowego, co znajduje szerokie uzasadnienie w regulacjach prawnych i literaturze przedmiotu [6, s 149-156].

Ustawa o dochodach jednostek samorządu terytorialnego odrębnie dla każdego szczebla samorządu wymienia źródła dochodów własnych. Najszerszy zakres źródeł dochodów własnych przysługuje gminie. Gmina jako jedyna posiada własne podatki lokalne, które w pełni zasilają jej budżet i w stosunku do których dysponuje pewnym ograniczonym władztwem podatkowym<sup>2</sup>, co ma wpływ na kształtowanie lokalnej polityki fiskalnej i jest przejawem samodzielności finansowej, która jest tak istotnym wyrazem decentralizacji. Uprawnienia powyższe dotyczą następujących podatków i opłat: podatek od nieruchomości, podatek od środków transportowych, podatek rolny, podatek leśny, opłata targowa,

2 Przez ograniczone władztwo podatkowe autorzy tego artykułu rozumieją, takie uprawnienia organów stanowiących i podatkowych w gminie, jak: prawo do przejmowania wpływów podatkowych, prawo do stanowienia prawa miejscowego w zakresie ustawowo określonych tytułów podatkowych, prawo do wydawania decyzji podatkowych.

opłata miejscowa, opłata za posiadanie psów, opłata adiacencka, opłaty za parkowanie samochodów itp.

Jak już wspomniano wcześniej do grupy dochodów własnych j.s.t. zalicza się także udziały w podatku dochodowym od osób fizycznych (PIT) i w podatku dochodowym od osób prawnych (CIT) oraz inne źródła, które nie mają charakteru podatkowego.

Udziały w podatkach dochodowych (PIT i CIT) zasilają budżety wszystkich jednostek samorządu terytorialnego. Dla powiatów i województw stanowią jedyne podatkowe źródło dochodów. Wysokość tych udziałów określona jest wskaźnikiem zawartym w ustawie i uzależniona od ogólnych wpływów z podatków dochodowych do budżetu państwa w danym roku budżetowym [14]. Jednostki samorządu terytorialnego nie dysponują w odniesieniu do tych tytułów podatkowych władztwem podatkowych w sposób bezpośredni. Nie mogą za pośrednictwem prawa miejscowego (uchwał) oddziaływać na poszczególne elementy konstrukcji tych podatków, co mogą czynić w odniesieniu do np: podatku od nieruchomości, podatku od środków transportowych, czy podatku rolnego.

Organami poboru podatków PIT i CIT są naczelnicy urzędów skarbowych (administracja rządowa), którzy posiadają kompetencje dotyczące wydawania indywidualnych decyzji dotyczących umarzania należności podatkowych, odsetek za zwłokę, odraczania terminu płatności, rozkładania podatku na raty. Jest to istotny element polityki fiskalnej i przekłada się na poziom dochodów j.s.t., skutkując mniejszymi udziałami ww podatków w dochodach podatkowych j.s.t.

Nie dysponując bezpośrednimi możliwościami oddziaływania na poziom dochodów z tytułu podatku PIT i CIT j.s.t. z niepokojem reagują na propozycje zmian dotyczące ich konstrukcji, ponieważ każda nowa ulga, czy obniżka stawki w tych podatkach ma wpływ na wielkość ich dochodów pochodzących z tych źródeł (ocenia się np., że zmiana skali podatkowej w 2009 r. spowodowała ubytek dochodów j.s.t. o ok. 3mld zł).

Można stwierdzić zatem, że na wielkość wpływów z tytułu udziałów w podatku PIT i CIT oddziałuje przede wszystkim wzrost gospodarczy i wzrost płac oraz katalog ulg i zwolnień, wynikający z założeń polityki społeczno-gospodarczej państwa, co przekłada się na ilość podatników, podstawę opodatkowania i należy podatek a w konsekwencji wysokość udziałów dla j.s.t.

Pomimo, że wielkość wpływów mających charakter udziałów, jest uzależniona od ilości podatników mających miejsce zamieszkania (PIT) lub prowadzących działalność gospodarczą (CIT) na terenie j.s.t. i otrzymanych należności podatkowych z tych źródeł, nie jest to równoznaczne z tym, że j. s. t. nie mają pewnych możliwości oddziaływania na poziom dochodów z tych źródeł. Instrumenty tego oddziaływania, to różnego rodzaju formy interwencjonizmu lokalnego, mogące sprzyjać rozwojowi przedsiębiorczości na terenie j.s.t. Należą do nich m.in.:

- ✓ Polityka dochodowa ujmowana szeroko, w tym fiskalna,
- ✓ Polityka wydatkowa,
- ✓ Działania prorozwójowe prowadzone przez władze j.s.t. [ 9, s.291-292].

Dokładne zestawienie źródeł dochodów własnych pochodzących z podatków i opłat dla poszczególnych j.s.t. przedstawia tabela nr 1.

**Tabela 1. Źródła dochodów własnych jednostek samorządu terytorialnego**  
**Table 1. Sources of internal revenues of local governments units**

Rodzaj dochodów	Gminy	Powiaty	Województwa
<b>Podatki</b>	– Podatek rolny – Podatek leśny – Podatek od środków transportowych – Podatek od nieruchomości – Podatek od czynności cywilnoprawnych – Podatek od spadków i darowizn – Karta podatkowa		
<b>Opłaty</b>	– Opłata skarbową – Opłata targowa – Opłata miejscowa, uzdrowska, od posiadania psów – Opłata eksploatacyjna		
<b>Udziały w PIT (%)</b>	<b>39,34</b>	<b>10,25</b>	<b>1,60</b>
<b>Udziały w CIT (w %)</b>	<b>6,71</b>	<b>1,40</b>	<b>14,75</b>

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie Ustawy o dochodach jednostek samorządu terytorialnego [14]

Poza dochodami o charakterze podatkowym j.s.t. przysługują także inne dochody zaliczane do dochodów własnych. Zalicza się do nich: dochody uzyskiwane przez jednostki budżetowe i nadwyżkę przychodów nad kosztami samorządowych zakładów budżetowych (w gminie), dochody z majątku, spadki, zapisy i darowizny, 5% dochodów uzyskiwanych na rzecz budżetu państwa w związku z realizacją zadań z zakresu administracji rządowej oraz innych zadań zleconych ustawami, odsetki od pożyczek udzielanych ze środków budżetowych, odsetki od nieterminowo przekazywanych należności, odsetki od środków finansowych gromadzonych na rachunkach bankowych, dotacje z budżetów innych jednostek samorządu terytorialnego, inne dochody należne na podstawie odrębnych przepisów [14]. Wpływy do budżetów j.s.t. z tych źródeł nie są jednak znaczące.

Z punktu widzenia samodzielności finansowej j.s.t najważniejsze są dochody o charakterze podatkowym. Z analizy zapisów zawartych w tabeli wynika, że j.s.t. w dochody podatkowe zostały wyposażone w zróżnicowany sposób w zakresie możliwości przejmowania wpływów z poszczególnych tytułów podatkowych. Powiat i województwo nie mają przypisanych żadnych własnych źródeł podatkowych. Wszystkie zaś j.s.t. mają ustawowo zagwarantowane udziały w podatkach PIT i CIT. Dla powiatów i województw jest to podstawa kreowania dochodów własnych.

Zaliczenie wpływów z tych podatków do dochodów własnych ma istotny wpływ na poziom dochodów podatkowych w j.s.t. przypadających na jednego mieszkańca. W określonych przypadkach może skutkować przekazaniem części dochodów własnych podatkowych z powrotem do budżetu państwa w postaci tzw. „podatku janosikowego”, obniżając poziom wypracowanych dochodów własnych, co dla niektórych j.s.t. jest istotnym problemem i często jest postrzegane jako kara za aktywność inwestycyjną i gospodarczą. W określonych sytuacjach może prowadzić wręcz do utraty płynności finansowej j.s.t. a w dalszej perspektywie mieć negatywny wpływ na tempo i poziom rozwoju lokalnego. Teza o zróżnicowanym poziomie dochodów własnych j.s.t. znajduje potwierdzenie w danych pochodzących ze sprawozdań finansowych j.s.t., co w sposób syntetyczny przedstawia tabela nr 2.

**Tabela 2. Udział dochodów własnych w budżetach JST w latach 2006-2011 (%)**

**Table 2. Participation of internal revenue in budgets of local governments units in year 2006-2011**

Rodzaj jednostki samorządu terytorialnego	Dochody własne w budżecie JST łącznie z udziałami z tytułu podatków PIT i CIT	Dochody własne w budżecie JST z wyłączeniem wpływów z udziałów z tytułu podatków PIT i CIT
Gminy	45, 5	29, 5
Powiaty	27, 7	13, 8
Województwa	44, 3	8. 5
Miasta na prawach powiatu	63, 2	35, 9
<b>Średnio dla wszystkich JST</b>	<b>48, 5</b>	<b>27, 6</b>

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie: Wyszowska D. *System zasilania finansowego jednostek samorządu terytorialnego w Polsce- stan obecny i proponowane kierunki zmian*, [17, s. 477-479]

Z danych zawartych w tabeli wyraźnie wynika, że dochody własne j.s.t. nie stanowią wystarczającego zabezpieczenia dla realizacji zadań własnych, ponieważ w budżetach j.s.t. nie osiągają średnio nawet 50%. Szczególnie niski poziom tych dochodów występuje w powiatach. Okazuje się więc, że faktyczne skutki decentralizacji finansowej z punktu widzenia samodzielności tych jednostek, są mało wymierne a w odniesieniu do niektórych j.s.t. mogą okazać się wręcz negatywne. Nie ulega bowiem wątpliwości, że niski poziom samodzielności finansowej przekłada się na niewielkie możliwości prowadzenia aktywnej polityki lokalnej za pośrednictwem podatków. Ciężko zatem na poziomie lokalnym realizować koncepcje współzrządzenia skoro zakres rzeczywistej samodzielności finansowej jest dość ograniczony. Nie można też kreować lokalnej polityki prorozwojowej nie mając pewności czy i w jakim zakresie pozyska się dodatkowe środki pochodzące z transferów, tych z budżetu państwa i tych innych źródeł, które zapisano w art. 3 ustawy o dochodach jednostek samorządu terytorialnego.

## DECENTRALIZACJA A JAWNOŚĆ I PRZEJRZYSTOŚĆ FINANSÓW PUBLICZNYCH

Z problematyką decentralizacji finansów publicznych wiąże się ustawowo określona zasada jawności i przejrzystości. Te podstawowe zasady zarządzania środkami publicznymi, dotyczą tak budżetu państwa, jak i jednostek samorządu terytorialnego oraz wszystkich podmiotów zajmujących się dostarczaniem dóbr publicznych. W odniesieniu do finansów j.s.t. są one szczególnie użyteczne, ponieważ pozwalają społeczności lokalnym na formułowanie poglądów i ocen dotyczących osiągniętych rezultatów związanych z ich wydatkowaniem. Przekładają się na decyzje wyborcze mieszkańców, decyzje dotyczące rozwoju przedsiębiorczości, partnerstwo publiczno prywatne (PPP) – są zatem istotnym elementem public governance.

W znaczeniu ekonomicznym jawność to swobodny dostęp obywatela do informacji o działalności państwa i innych podmiotów ze sfery użyteczności publicznej, w wymiarze finansowym. Inaczej można powiedzieć, że to sytuacja, w której zainteresowani obywatele oraz prawnie ustanowione instytucje kontrolne mają swobodny dostęp do danych o rezultatach gospodarowania środkami publicznymi.

W znaczeniu prawnym jawność finansów publicznych oznacza z kolei możliwość poznania i zrozumienia istniejącego stanu finansów publicznych, dzięki stosowaniu jednolitych reguł klasyfikacji dochodów i wydatków, przychodów i rozchodów, zasad rachunkowości i planów kont oraz jednolitej sprawozdawczości. Jest to możliwe jeśli finanse publiczne ukazywane są w sposób jasny, szczegółowy, rzetelny i zrozumiały, co wiąże się z zasadą przejrzystości. Przejrzystość bowiem rozumiana jest jako czytelność sytuacji sektora finansów publicznych. Przejrzystość umożliwia praktyczną przyswajalność udostępnianych materiałów, ich analizę i ocenę. Zapewnia również ustalenie zakresu odpowiedzialności poszczególnych osób i instytucji dysponujących zasobami publicznymi, a także przestrzeganie określonych zasad związanych z wydatkowaniem. Przejrzyste zarządzanie środkami publicznymi – to stosowanie jednolitych zasad klasyfikacji dochodów i wydatków publicznych, tych samych reguł księgowości i sprawozdawczości przez wszystkie jednostki sektora finansów publicznych [3 i 12].

Przejrzystość odpowiada za zagwarantowanie publicznej odpowiedzialności za politykę finansową państwa w sposób taki, iż podaje obywatelom informacje dotyczące budżetu w zrozumiałej formie, służy umocnieniu demokratycznego ładu w państwie, wzmocnieniu kontroli publicznej nad działalnością organów państwowych i samorządowych, sprzyja poprawie realizacji dochodów i wydatków publicznych.. Zgodnie z tą zasadą układ budżetu powinien pozwalać na rozpoznanie procesów zachodzących w jego zakresie. W szczególności dotyczy to nowej formuły budżetowania zadanowego, którego treść winna informować jaki jest związek realizowanego zdania, na którego środki pieniężne zostały przeznaczone, z celami rozwoju społeczno- gospodarczego (strategią państwa, j.s.t.), oraz jakie mierniki będą brane pod uwagę przy ocenie. Przejrzystość jest zatem uzupełnieniem zasady jawności i stanowi jej gwarancję.

Kierując się ideą public governance, publicznie znane i jasno określone powinny być kwestie dotyczące:

- ✓ Zakresu finansów publicznych,
- ✓ Podziału zadań i kompetencji między podmiotami sektora publicznego,
- ✓ Stosowanych w sektorze procedur i zasad postępowania, w tym zasady prezentacji wyników poszczególnych jednostek sektora publicznego oraz sektora w całości,
- ✓ Sposobu realizacji i harmonogram planowanych przedsięwzięć.

Środki publiczne pochodzą głównie z danin publicznych/podatków płaconych przez obywateli i przedsiębiorstwa. Organa władzy publicznej mają zatem obowiązek ujawnić, jaki jest udział obywateli w tworzeniu dochodów publicznych a także to, w jaki sposób i na jakie wydatki są dzielone. Informacja o tym, w jaki sposób władze publiczne planują, organizują, zarządzają i kontrolują gospodarowanie środkami publicznymi, jest konieczna w demokratycznym państwie prawnym, w szczególności w procesie dokonywania wyborów władzy publicznej, na tym między innymi opiera się koncepcja menagement i governance. Kolejną istotną rolą jawności i przejrzystości finansów publicznych jest przyczynianie się do wzrostu efektywności gospodarowania środkami publicznymi, a dostęp do danych poprzez budowanie e-administracji sprzyja publicznemu nadzorowi. Podatnicy zainteresowani są oszczędnym, racjonalnym i efektywnym wykorzystaniem płaconych podatków. Społeczna kontrola jest zatem instrumentem motywującym do optymalnej gospodarki finansowej podmioty publiczne, zgodnie z interesem publicznym, po to, aby ograniczać nadużycia i marnotrawstwo pieniędzy publicznych. Funkcjonalne znaczenie zasady jawności finansów publicznych sprowadza się zatem do narzędzia, które może i powinno być wykorzystywane do efektywnego rozdysponowywania środków przeznaczonych na cele użyteczności publicznej.

Problematyka jawności i przejrzystości finansów publicznych zawarta jest w rozdziale 4 ustawy o finansach publicznych (uofp), a związek z zapisami tego rozdziału mają też inne przepisy uofp określające procesy przygotowania, uchwalania i wykonania: budżetu państwa i budżetów j.s.t., środków europejskich i innych środków pochodzących ze źródeł zagranicznych, jak również przepisy ustaw ustrojowych określające zasady gospodarki finansowej gmin, powiatów i województw oraz ustawa prawo zamówień publicznych. Na szczególne wyróżnienie zasługuje ustawa o dostępie do informacji publicznej, która niezależnie od ustalonych przepisów w tym zakresie, ustala, określa prawne podstawy do udzielania informacji publicznej [13].

Jawność publicznej gospodarki finansowej stanowi jedną z gwarancji realizacji konstytucyjnej zasady prawa do informacji o działalności organów władzy publicznej oraz osób pełniących funkcje publiczne<sup>3</sup>. To właśnie w ustawie o dostępie do informacji publicznej skonkretyzowane zostało konstytucyjne prawo dostępu do informacji, jak i obowiązki organów publicznych w tym zakresie. Zgodnie z zapisami art.1 ust.1 i art.6 ust.1 ustawy, informacją publiczną jest każda informacja o sprawach publicznych w tym

w szczególności o majątku publicznym. Zatem regulacje dotyczące zasady jawności zawarte w uofp stanowią uszczegółowienie problematyki informacji publicznej podlegające jawności w zakresie sposobów i form jej udostępniania. Są komplementarne w stosunku do ustawy o dostępie do informacji publicznej i koncentrują się na tematyce finansów publicznych. W świetle zapisów uofp główne zasady/instrumenty jawności gospodarowania środkami publicznymi dotyczą tak finansów państwa, jak i finansów j.s.t. Konstytucyjne prawo do informacji, w tym do informacji dotyczącej finansów publicznych, podlega limitowaniu. Granice tego prawa określa już sama Konstytucja, która w art. 61 ust. 3 upoważnia ustawodawcę do tworzenia, w drodze ustawy, różnego rodzaju ograniczeń. Jednocześnie wskazany przepis wyznacza przesłanki ograniczenia prawa do informacji – są nimi określone w innych ustawach: ochrona wolności i praw innych osób oraz podmiotów gospodarczych, ochrona porządku publicznego, bezpieczeństwa lub ważnego interesu gospodarczego państwa. Faktyczny poziom jawności życia publicznego wynika więc z ustawowych regulacji wyłączających tę jawność.

Sektor państwowy realizuje zasadę jawności poprzez: jawność debaty nad sprawozdaniem z wykonania budżetu państwa w Sejmie, jawność debaty budżetowej w Sejmie i Senacie, podawanie do publicznej wiadomości określonych danych (m.in. zbiorczych danych dotyczących finansów publicznych, kwot dotacji udzielonych z budżetu państwa, informacji o wykonaniu budżetu państwa za okresy miesięczne, kwot dotacji udzielanych przez państwowe fundusze celowe). Minister Finansów jest obowiązany do przestrzegania i nadzorowania stosowania zasady jawności. Ustawa o finansach publicznych nakłada między innymi obowiązek podawania do wiadomości publicznej informacji dotyczących wykonania ustawy budżetowej, zatwierdzonej przez Radę Ministrów. Ponadto, Minister Finansów powiadamia obywateli o wykonaniu budżetu w poszczególnych miesiącach oraz związanych z nim kwotami deficytu i nadwyżki, a także o wszelkich operacjach finansowych sektora finansów publicznych, na które składają się między innymi: udzielanie gwarancji i poręczeń, dochody i wydatki, zobowiązania oraz należności, przychody i dochody. Minister Finansów podaje kwotę i relację do PKB następujących kwot zmiennych: długu Skarbu Państwa, państwowego długu publicznego oraz kwotę niewymagalnych zobowiązań z tytułu poręczeń i gwarancji udzielonych przez Skarb Państwa.

Na szczeblu samorządowym zasada jawności jest realizowana między innymi poprzez jawność debat budżetowych oraz debat nad sprawozdaniami z wykonania budżetów j.s.t. a także debaty nad projektem uchwały w sprawie wieloletniej prognozy finansowej jednostki, zasad wykonywania i naliczania odpłatności za świadczone przez jednostki sektora finansów publicznych usługi. Oprócz organu stanowiącego jednostki samorządu terytorialnego, organ wykonawczy także posiada pewne obowiązki w zakresie zapewnienia stosowania zasady jawności. Zarząd udziela informacji na temat wykonania budżetu jednostki, a ponadto kwot nadwyżki albo deficytu. Do 31 maja roku następnego, na zarządzie ciąży obowiązek podania informacji m.in. o: wykonaniu budżetu j.s.t. w poprzednim roku budżetowym, kwoty deficytu albo nadwyżki, kwot środków pochodzących z budżetu Unii Europejskiej oraz uzyskanych dotacji.

3 Art. 61 Konstytucji RP z 2. 04 1997r. Dz. U. Nr. 78, poz. 483 z późn. zm.

Także pozostałe jednostki sektora finansów publicznych są obowiązane do podawania informacji o sposobach i rezultatach zarządzania środkami publicznymi, co dotyczy np.: kwot dotacji udzielonych podmiotom prywatnym, kwot udzielonych ulg, umorzonych i rozłożonych na raty podatków, opłat prolongacyjnych.

Uofp przesądza o instrumentach, które podmioty publiczne mają stosować w zakresie zasady jawności, terminach podawania konkretnych informacji do wiadomości publicznej, miejscu publikacji podstawowych informacji. W zakresie finansów państwa jest to głównie „Monitor Polski”, na poziomie j.s.t. – mogą i powinny być stosowane formy zróżnicowane, jakie, o tym decydują władze lokalne. Wiadomo jednak, że wybór formy powinien być dostosowany do oczekiwań mieszkańców i zapewnić dostęp do informacji. Aktualnie dość dobrze sprawdza się system przekazu informacji za pośrednictwem stron internetowych, co jest wynikiem wdrażania zapisów ustawy o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne [15].

Biorąc pod uwagę zapisy uofp, można stwierdzić, iż zasada jawności gospodarki środkami publicznymi powinna być bezwzględnie respektowana przez jednostki odpowiedzialne za gromadzenie i wydatkowanie środków publicznych. Dodatkowo podkreślić trzeba, że podmioty wydatkujące środki publiczne podlegają obowiązkowej kontroli przez odpowiednie instytucje kontrolne (NIK, RIO, Urzędy Kontroli Skarbowej) oraz samych obywateli. Wobec tak szeroko sformułowanych zasad, jednostki rozporządzające publicznymi pieniędzmi są obowiązane do prowadzenia gospodarki w sposób celowy i oszczędny z zachowaniem zasady uzyskiwania najlepszych efektów z danych nakładów<sup>4</sup>, co jest jedną z przesłanek wdrażania narzędzi zarządzania publicznego.

Jak wspomniano wcześniej, zaprezentowana powyżej zasada jawności wymaga uprzedniego przestrzegania zasady przejrzystości, co na gruncie zarządzania środkami publicznymi realizowane jest poprzez normy prawne dotyczące:

- ✓ Jednolitych zasad klasyfikacji dochodów i wydatków, przychodów i rozchodów, budżetu państwa, budżetów JST i planów finansowych podmiotów publicznych,
- ✓ Rachunkowości jednostek sektora finansów publicznych,
- ✓ Sprawozdawczości jednostek sektora finansów publicznych<sup>5</sup>.

Jednakże konieczne jest podkreślenie, że dla przeciętnego obywatela, który nie posiada dostatecznej wiedzy z zakresu finansów, przekaz informacji wg wskazanych zasad jest mało czytelny i nie wzmacnia zasady jawności, co znalazło nawet swój wyraz w powiedzeniu: „po co są działy i rozdziały – po to, aby gały nie widziały gdzie pieniądze się podziały”. Przytoczone porzekadło odnosi się do oceny wspomnianej klasyfikacji budżetowej, która dotyczy prezentacji budżetu w układzie tradycyjnym.

## PODSUMOWANIE

W kontekście podjętych rozważań, proces decentralizacji w ogóle, w tym decentralizacji finansów publicznych, jest postrzegany jako jeden z podstawowych warunków realizacji koncepcji zarządzania publicznego, a dokładniej koncepcji governance. W ramach tej koncepcji administracja publiczna może i powinna postrzegać mieszkańca, obywatela, przedsiębiorcę jako podmioty, dla służenia którym została powołana, których interesy reprezentuje i o których zaspokajanie potrzeb, za pośrednictwem dostarczania dóbr publicznych, ma dbać. Ten punkt widzenia jest podobny do „odkrycia”, którego dokonano kilkadziesiąt lat temu w sektorze przedsiębiorstw, kiedy dostrzeżono klienta i jego potrzeby. Orientację na klienta nazwano marketingiem.

Warunkiem realizacji governance na pewno jest decentralizacja, ponieważ umożliwi rozwój kapitału społecznego, partycypację obywateli w planowaniu i wdrażaniu przyjętych planów oraz kontrolę realizacji w odniesieniu do przyjętych założeń.

Ocena przyjętych rozwiązań jest jednak dość trudna ze względu na wieloaspektowość decentralizacji i oczekiwania społeczne z tym związane. Zdaniem autorów, decentralizacja:

- ✓ Z punktu widzenia ustrojowego stanowi podstawę umożliwiającą wdrażanie koncepcji zarządzania publicznego, budowy społeczeństwa obywatelskiego działającego w układzie powiązań sieciowych występujących między władzą a obywatelem;
- ✓ Z punktu widzenia finansowego sprzyja realizacji wydatkowania środków publicznych w sposób bardziej racjonalny, oszczędny i efektywny, objęty kontrolą publiczną;
- ✓ W odniesieniu do tzw. samodzielności finansowej utworzonych jednostek samorządu terytorialnego, jej poziom budzi liczne uwagi, nie zabezpiecza bowiem realizacji zadań własnych w oparciu o dochody własne;
- ✓ Ogólnie sprzyja realizacji koncepcji zarządzania publicznego, odwołującej się do udziału obywateli w kreowaniu rozwoju lokalnego i oraz bardziej racjonalnego i efektywnego wykorzystania środków publicznych. Zasada jawności finansów publicznych i zasada przejrzystości oraz prawo do informacji, to podstawowe przesłanki realizacji koncepcji public governance.

Wymiernym efektem decentralizacji finansów publicznych, jest ich podział na budżet państwa i budżety j.s.t. oraz fundusze celowe. Biorąc pod uwagę występujący między budżetami i funduszami, system wzajemnych powiązań i zależności w postaci różnych transferów, jego wynikiem jest powstanie systemu budżetowego, który tworzą: budżet państwa, budżety jednostek samorządu terytorialnego i plany finansowe podmiotów sektora finansów publicznych wymienione w art. 9 ustawy o finansach publicznych.

4 Art. 162, punkt 3 ustawy o finansach publicznych.

5 Kwestie związane z klasyfikacją budżetową, rachunkowością budżetową i sprawozdawczością budżetową regulują rozporządzenia Ministra Finansów, wydane na bazie delegacji prawnej zawartej w ustawie o finansach publicznych. Zob. art. 39, art.40, art.41 ustawy o finansach publicznych.

## LITERATURA

- [1] **BORODO A. 2000.** *Finanse publiczne Rzeczypospolitej Polskiej*, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz.
- [2] **BYWALEC G. 2012.** *Dylematy decentralizacji we współczesnym świecie*, Gospodarka Narodowa. SGH Warszawa 123-145.
- [3] **CIĄGLEWICZ-MISTA A. 2012.** *Jawność i przejrzystość finansów publicznych*. [www.eksperbach.pl](http://www.eksperbach.pl).
- [4] **EUROPEJSKA KARTA SAMORZĄDU TERYTORIALNEGO**, Dz. U. z 1997r. nr.154 poz. 1107.
- [5] **GAUDEME P. M., MOLINIE J. 2000.** *Finanse publiczne*, PWE, Warszawa.
- [6] **GORYSZEWSKI R., KOTOWSKA E. 2013.** *Budżet zadaniowy jako narzędzie wydatkowania środków publicznych*. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* nr 2, 149-156.
- [7] **IZDEBSKI H. 2007.** *Od administracji publicznej do public governance*, Wyd. Scholar, Zarządzanie publiczne, 01.
- [8] **KONSTYTUCJA RP Z 2 KWIETNIA 1997 r.** Dz. U. Nr. 78, poz. 483 z póź. zm.
- [9] **KOTOWSKA E. 2010.** *Dochody podatkowe jednostek samorządu terytorialnego (J.S.T.) ze szczególnym uwzględnieniem udziałów z tytułu podatku dochodowego od osób fizycznych (PIT) i podatku dochodowego od osób prawnych (CIT)* [w:] *Dwudziestolecie funkcjonowania samorządu terytorialnego w Polsce*, Wydział Administracji i Nauk Społecznych Politechniki Warszawskiej, 281-294.
- [10] **KOSIKOWSKI C.** *Prawne aspekty realizacji zasad jawności i przejrzystości finansów publicznych*. [www.nik.gov.pl/plik/id.1558.pdf](http://www.nik.gov.pl/plik/id.1558.pdf).
- [11] **RUDOLF W. 2010.** *Koncepcja governance i jej zastosowanie – od instytucji międzynarodowych do niższych szczebli władzy*, ACTA UNIVERSITATIS LODZIENSIS, FOLIA OECONOMICA, 245.
- [12] **SUPERNAT A.** *Administracja publiczna, governance i nowe publiczne zarządzanie*, [WWW.supernat.pl/wyklady/plk/i\\_72\\_2](http://WWW.supernat.pl/wyklady/plk/i_72_2)
- [13] **Ustawa z dnia 6 września 2001 r.** o dostępie do informacji publicznej DZ. U. nr. 112, poz. 1198 z póź. zm.
- [14] **Ustawa z dnia 13 listopada 2003 r.** o dochodach jednostek samorządu terytorialnego. Dz. U. 2003 nr 203. poz. 1966.
- [15] **Ustawa z dnia 17 lutego 2005 r.** o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne, Dz. U. nr. 64, poz. 565 z póź. zm.
- [16] **Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych.** Dz. U. z 2009 r. nr 157, poz. 1240.
- [17] **WYSZKOWSKA D. 2012.** *System zasilania finansowego jednostek samorządu terytorialnego w Polsce – stan obecny i proponowane kierunki zmian* [w:] *Stabilność systemu finansowego – instytucje, instrumenty, uwarunkowania* pod red. A. Alińskiej i B. Pietrzaka. CEDEWU.PL 475-486.

## LISTA RECENZENTÓW ARTYKUŁÓW PUBLIKOWANYCH W CZASOPISIE „POSTĘPY TECHNIKI PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO”

Prof. dr hab. inż.	Igor	AREFYEV	Sankt-Petersburg (Federacja Rosyjska/Russia)
Prof.	Sa'eed	BAWA	Trinidad (Republic of Trinidad and Tobago)
Prof. dr hab.	Honorata	DANILCENKO	Wilno (Litwa/Lituania)
Prof. dr hab. inż.	Petr	DOLEŽAL	Brno (Czechy/Czech Republic)
Doc. dr hab.	Eva	DOLINSKA	Presov (Słowacja/Slovakia)
Prof. dr hab. inż.	Zdenek	HAVLICEK	Brno (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab. inż.	Andrzej	HEIM	Łódź (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Tamara Wiktoriwna	IVANOWA	Kijów (Ukraina/Ukraine)
Doc. ph. dr	Martina	KÁŠOVÁ	Presov (Słowacja/Slovakia)
Dr hab.	Wanda	KAWECKA	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr	Vasili	KOCHURKO	Baranowicze (Białoruś/Belarus)
Dr hab.	Anna	KOŁLAYTIS-DOŁOWY	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. ph D	Wojciech	KOWALCZYK	Duisburg-Essen (Niemcy/Germany)
Prof. dr hab. inż.	Krzysztof	KRYGIER	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Jurij	PAWLUCZUK	Brześć (Białoruś/Belarus)
Dr hab. inż.	Antoni	PLUTA	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Janusz	POSPOLITA	Opole (Polska/Poland)
Prof. ing. DrSc.	František	RIEGER	Praga (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab.	Włodzimierz	RUDENKO	Równe (Ukraina/Ukraine)
Dr hab. inż.	Mirosław	SŁOWIŃSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Dr hab.	Marek	STAROŠKA	Presov (Słowacja/Slovakia)
Prof. dr hab. ing.	Kvĕtoslava	ŠUSTOVÁ	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr hab. inż.	Krzysztof	ŚMIECHOWSKI	Prof. (UTH), Radom (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Franciszek	ŚWIDERSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Dr inż.	Urszula	TYLEWICZ	Bolonia (Włochy/Italy)
Prof. dr hab.	Bożena	WASZKIEWICZ-ROBAK	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Agnieszka	WIERZBICKA	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Dorota	WITROWA-RAJCHERT	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Janusz	WOJDALSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Ladislav	ZEMAN	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr hab. inż.	Małgorzata	ZIARNO	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)



# Informacje

## dla Autorów przygotowujących materiały do publikacji w czasopiśmie

### POSTĘPY TECHNIKI PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO

- Artykuł powinien w sposób zwięzły i przejrzysty omawiać specjalistyczne zagadnienie, przy czym wskazany jest podział tekstu na rozdziały opatrzone tytułami. W jego zakończeniu należy sformułować istotne dla poruszanej problematyki wnioski.
- Wydruk należy przygotować w **dwóch egzemplarzach na białym (nie prebitkowym) papierze**, z podwójną interlinią i 4 cm marginesem z lewej strony. Na marginesie autor zaznacza miejsca, w których należy umieścić tabelę lub rysunek pisząc Tab.1. lub Rys.1. Ponadto na marginesie należy słownie objaśnić litery greckie stosowane w tekście, np.  $\beta$  – beta. Stronice powinny być zaopatrzone w kolejną numerację.
- **Uwaga!** Wraz z w/w egzemplarzami artykułu należy dostarczyć płytkę z zapisanym tekstem (rysunkami) w edytorze pracującym w środowisku **Windows**.
- Na pierwszej stronie wydruku (u góry) należy podać imię i nazwisko autora, tytuł naukowy lub zawodowy, nazwę zakładu pracy, pełny tytuł artykułu oraz krótkie streszczenie o objętości nie przekraczającej 5 do 8 wierszy maszynopisu. Konieczne jest również dołączenie tłumaczenia tytułu i streszczenia w języku angielskim. Na stronie tej należy ponadto umieścić adres zamieszkania autora dla korespondencji oraz numer telefonu.
- Jeżeli zachodzi taka konieczność, materiał może zawierać wzory matematyczne, które należy pisać w oddzielnych wierszach tekstu z wyraźnym zaznaczeniem obniżonych indeksów, wykładników potęg, znaków matematycznych, itp. Wzory, przy większej ich ilości, należy numerować z prawej strony cyframi arabskimi w nawiasach okrągłych. W artykule należy stosować jednostki miar zgodne z Międzynarodowym Układem Jednostek (SJ).
- Na rysunki i tabele należy powołać się w tekście w nawiasach okrągłych, np. (rys.1), natomiast na źródła literaturowe, których zestawienie umieszczone jest na końcu artykułu, w nawiasach kwadratowych, np. [3] lub [3,4,5].
- Wykaz literatury (ograniczony do źródeł najbardziej istotnych) należy umieścić na końcu artykułu pod tytułem: LITERATURA opierając się na następujących zasadach:
  - dla książek: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), rok wydania, tytuł książki, miejsce wydania, wydawcę,
  - dla czasopism: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), rok wydania, tytuł artykułu, tytuł czasopisma, numer zeszytu, numery stron.
- Tytuł artykułu musi być napisany małymi literami (wykluczone wersaliki) – zarówno **w języku polskim jak i angielskim**
- Tabele ponumerowane kolejno cyframi arabskimi muszą być zaopatrzone **w tytuł w języku polskim i angielskim**.
- Wszelkie materiały ilustracyjne (wykresy, rysunki, fotografie) nazywa się rysunkami i numeruje kolejno, wiążąc je w odpowiednich miejscach z tekstem. Rysunki należy wykonać czytelnie, pamiętając, że ich format powinien gwarantować po dwukrotnym zmniejszeniu pełną czytelność.
- **Uwaga!** Rysunków nie należy wklejać do tekstu!
- Podpisy pod rysunki, napisane na odrębnej stronie – **w języku polskim i angielskim**, muszą oprócz kolejnego numeru podawać tytuł rysunku wraz z legendą zawierającą wyodrębnione odnośnikami jego części.
- Artykuły powinny być recenzowane przez dwóch samodzielnych pracowników naukowych – specjalistów z dziedziny przetwórstwa spożywczego lub ekonomii i jako takie zaopatrzone zostaną w znak graficzny (®) umieszczony przy tytule. Recenzje takie należy dołączyć do artykułu.
- Redakcja informuje autorów publikacji, że ewentualne przypadki „ghostwriting” i „guest authovship” będące przejawem nierzetelności naukowej, będą dokumentowane i demaskowane, włącznie z powiadomieniem odpowiednich podmiotów (instytucje zatrudniające autorów, towarzystwa naukowe, stowarzyszenia edytorów naukowych, itp).
- O przyjęciu artykułu do druku decyduje kolegium redakcyjne, w oparciu o przygotowane jego recenzje. Jeżeli w ich wyniku zachodzi konieczność poprawienia artykułu przez autora, to powinno to nastąpić w okresie nie dłuższym niż dwa miesiące. Po tym terminie uważa się, że autor rezygnuje z publikacji.
- Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania poprawek, zmian terminologicznych lub skrótów, przy czym zmiany o charakterze merytorycznym będą wprowadzane wyłącznie za uprzednią zgodą autora.
- Przekazanie artykułu do Redakcji jest zarazem oświadczeniem, że nadesłane opracowanie nie było publikowane w innym czasopiśmie.
- Artykuły należy przesyłać na adres:

WYŻSZA SZKOŁA MENEDŻERSKA

Redakcja czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

#### Wskazówki techniczne dla autorów od redaktora technicznego

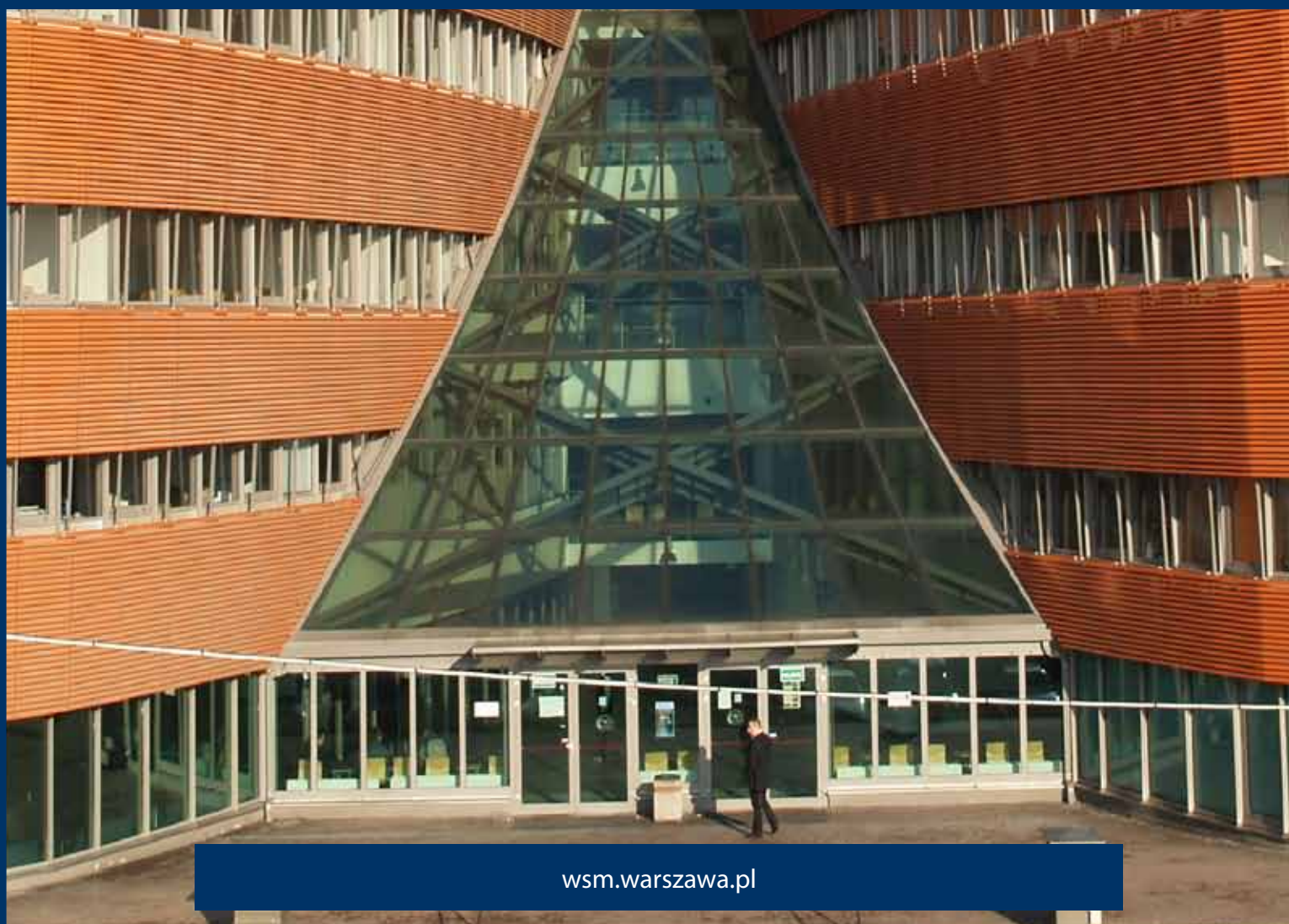
- Prace przekazujemy na płytach CD. Wraz z przekazywanym nośnikiem, przekazujemy **wydruk pracy** (z drukarki).
- Artykuły mają być pisane na komputerach **PC** pod systemem operacyjnym **WINDOWS**.
- **TEKST** – piszemy w programie **WORD '97-2003**, lub zapisujemy w tych wersjach.
- **TABELE** – j.w.
- **WYKRESY** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę, wygląd i jak największą rozdzielczość).
- **RYSUNKI** – w programie **COREL DRAW 9.0** z rozszerzeniem **cdr** (jest możliwość zmian i redagowania), albo jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę i wygląd).
- **ZDJĘCIA** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** – z rozdzielczością 300 dpi (nie ma możliwości redagowania – muszą być profesjonalnie zeskanowane z jak największą rozdzielczością).

Z wyrazami szacunku  
Redaktor techniczny



**WYDAWNICTWO**  
im. Prof. L. Krzyżanowskiego

*Wyższej Szkoły Menedżerskiej  
w Warszawie*



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