

POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego

TECHNOLOGICAL
PROGRESS
in food processing

2
2016



Wyższa Szkoła Menedżerska

ul. Kawęczyńska 36, 03-772 Warszawa

tel. 22 59-00-700,

wsm.warszawa.pl





REKTOR

Prof. dr hab.

Paweł CZARNECKI



„A te święta

Niech pachną choinką

Niech się złocą

Bombkami na drzewkach.



PREZYDENT WSM

Prof. dr hab.

Stanisław DAWIDZIUK

*Niech się domy
opłatkami zabiela.
Każda troska niech bę-
dzie nam obojętne.*

*Spraw Panie,
by nigdy nie brakło
talerza dodatkowego
dla Gościa*



Szanowni Państwo!



*Serdecznie dziękujemy Naszym Czytelnikom,
Autorom, Recenzentom, Radzie Naukowo-Programowej,
Przyjaciółom Uczelni oraz jej Pracownikom i Studentom
za życzliwość i współpracę.*

*Życzymy radosnych Świąt Bożego Narodzenia, spokoju,
nadziei w każdym sercu, zdrowia oraz spełnienia marzeń
w Nowym 2017 Roku.*

Tom 26/49

PL ISSN
0867-793x

6 pkt
na liście
rankingowej
czasopism
punktowanych

POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego



Nr 2/2016

Adres redakcji

03-772 Warszawa

ul. Kawęczyńska 36
pok. A 306

tel. 22 59 00 828

fax: 22 59 00 774

e-mail: ptps@mac.edu.pl

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

Czasopismo recenzowane
Wyższej Szkoły Menedżerskiej
w Warszawie

Istnieje od 1992 r.

Do 2003 r. wydawane przez Instytut Maszyn Spożywczych

Czasopismo naukowe, o zasięgu ogólnokrajowym, promujące postęp w technice branż przetwórstwa spożywczego, zamieszczające prace naukowo-badawcze, badawczo-rozwojowe, wdrożeniowe i przeglądowe z zakresu: inżynierii żywności, organizacji i techniki produkcji, projektowania, konstrukcji, wykonawstwa oraz eksploatacji i energochłonności maszyn spożywczych, a także z ekonomii, ekologii, zarządzania, marketingu i przedsiębiorczości w przemyśle produkującym żywność.

„Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” są forum prezentacji dorobku naukowego i wymiany myśli techniczno-technologicznej kadry naukowej polskich i zagranicznych uczelni technicznych, rolniczych, ekonomicznych, Wyższej Szkoły Menedżerskiej, instytutów naukowych oraz innych jednostek badawczo-rozwojowych i produkcyjnych w kraju, zajmujących się w.w. zagadnieniami.

Wersja papierowa jest wersją pierwotną czasopisma

Czasopismo indeksowane w bazach referencyjnych: AGRO, Baz-Tech, Index Copernicus, Pol-Index

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;

SPIS TREŚCI

CONTENTS

Od Redakcji	4
<i>Editorial</i>	

KRONIKA WYDARZEŃ WSM

Inauguracja roku akademickiego 2016/2017	5
<i>The inauguration of academic year 2016/2017.</i>	

INŻYNIERIA ŻYWNOŚCI

FOOD ENGINEERING

1. CZAJKOWSKA K., H. KOWALSKA, J. CICHOWSKA, M. WOJNOWSKI:	
Odwadnianie osmotyczne jabłek w koncentracie soku z aronii	5
<i>Osmotic dehydration of apple in chokeberry juice concentrate.</i>	
2. KALETA A., K. GÓRNICKI, A. CHOIŃSKA, K. RUSSEK, M. KLIMEK:	
Wyznaczanie współczynnika dyfuzji wody w procesie suszenia liści kolendry, bazylii i natki pietruszki	12
<i>The determination of moisture diffusion coefficient in the drying process of coriander, basil and parsley leaves.</i>	
3. SZWEDZIAK K., E. POLAŃCZYK, M. DĄBROWSKA-MOLENDA, M. KOCEMBA:	
Komponowanie składników do wypieku chleba metodą tradycyjną	18
<i>Composing ingredients for baking bread the traditional way.</i>	
4. MIESZKAŁSKI L.:	
Metody modelowania matematycznego kształtu jabłek	24
<i>Methods of mathematical modeling the shape of apples.</i>	
5. DOBEK L., M. POLAK-ŚLIWIŃSKA:	
Ocena stopnia redukcji patuliny w roztworach modelowych, imitujących napój jabłkowy	31
<i>Evaluation of the degree of patulin reduction in model solutions, imitating apple beverage.</i>	
6. MIARKA D., M. STANISŁAWEK, J. KOWALSKA:	
Analiza informacji zawartych w dokumentach produktów biobójczych na poziom bezpieczeństwa podczas ich użytkowania na przykładzie zakładów przemysłu mleczarskiego	36
<i>An analysis of information included in documentation of biocidal products on the level of safety during using them in selected dairy industry plants.</i>	
7. KOZIEL K., D. JANISZEWSKA:	
Możliwości wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb pelagicznych z kutrów rybackich	44
<i>The possibility of technological waste water treatment hydraulic unloading pelagic fish from the fishing boats.</i>	
8. PAŁACHA Z., D. BUŁKA:	
Analiza wpływu współczynnika wnikania ciepła na czas zamrażania wybranych owoców w tradycyjnych zamrażarkach owiewowych	48
<i>Analysis of the impact of the heat transfer coefficient for the freezing time some fruits in traditional air blast.</i>	
9. WRONIAK M., D. PREJS, M. JANOWICZ, K. RATUSZ, M. KORNATOWSKA:	
Wybrane cechy jakościowe przekąsek pszennych i ziemniaczanych smażonych w różnych tłuszczach	54
<i>Selected quality parameters of wheat and potato snacks fried in different fats.</i>	
10. MIESZKAŁSKI L.:	
Matematyczne modelowanie kształtu cytryn	62
<i>Mathematical modeling of shape Lemons.</i>	
11. SZKLAR B., M. POLAK-ŚLIWIŃSKA:	
Poziom WWA w produktach mięsnych wędzonych sprzedawanych na ciepło i ekspozycyjnych w tradycyjnych komorach ekspozycyjnych	67
<i>The level of PAHs in smoked meat products sold in head and exposed in traditional chambers.</i>	
12. KUCHARCZYK K., T. TUSZYŃSKI:	
Wpływ dawki drożdży na zawartość siarczku dimetylu (DMS) w piwie produkowanym w technologii wielkozbiornikowej	72
<i>The influence of yeast pitching rate on the content of dimethyl sulfide (DMS) in beer produced on an industrial scale.</i>	
13. SZWEDZIAK K., E. POLAŃCZYK, M. DĄBROWSKA-MOLENDA, K. PŁUCIENNIK:	
Wpływ czasu parzenia i stopnia rozdrobnienia herbaty czarnej na barwę naparu i właściwości	76
<i>The impact of brewing time and the fineness of the color of black tea infusion and properties.</i>	
14. DEC D.:	
Wpływ wybranych fenolokwasów na szczepy grzybów pleśniowych	80
<i>The effect of selected phenolic acids strains of fungi.</i>	
15. POLAK-ŚLIWIŃSKA M., M. ŚLIWIŃSKI, B. PASZCZYK, M. S. KUBIAK:	
Ocena stopnia zanieczyszczenia aflatoksyną M ₁ żywności tradycyjnej, regionalnej i konwencjonalnej na przykładzie wybranych produktów spożywczych	83
<i>The assessment of the degree of aflatoxin M₁ pollution in traditional, regional and conventional food on the example of selected food products.</i>	
16. BIERNACKA K., M. HOFFMANN, A. PIOTROWSKA:	
Zagrożenia zdrowotne związane ze stosowaniem syropu wysokofruktozowego w produkcji żywności	89
<i>Health risks associated with the high fructose corn syrup use in food manufacturing.</i>	

ARTYKUŁY ANALITYCZNO-PRZEGLĄDOWE ANALYTICAL-REVIEW ARTICLES

- 17. ACHREMOWICZ B., T. HABER, J. KASZUBA, Cz. PUCHALSKI, R. WIŚNIEWSKI:**
Płatki zbożowe – ocena porównawcza. Część I Porównanie składu chemicznego i mineralnego 97
Cereals flakes – comparative study. Part I Comparison of chemical and mineral composition.
- 18. CICHOWSKA J., H. KOWALSKA, K. CZAJKOWSKA, M. HANKUS:**
Wykorzystanie potencjału odwadniania osmotycznego i prozdrowotnych właściwości owoców w kreowaniu nowych produktów spożywczych 103
The potential of osmotic dehydration and healthy properties of fruit in the creation of new food products.
- 19. KUCHARCZYK K., T. TUSZYŃSKI, T. KUCHCIAK, P. ANTKIEWICZ:**
Opis nowoczesnego zbiornika (tankofermentora) stosowanego do fermentacji i dojrzewania piwa 108
Description of the modern tank (fermentation tank) used to fermentation and maturation beer.
- 20. SŁOWIŃSKI B., D. DUTKIEWICZ:**
Systemowe determinanty wynalazczości w przemyśle produkcji żywności 112
Systems determinants of the invention in the food of processing industry.
- 21. SADOWSKA A., R. RAKOWSKA, E. DYBKOWSKA, K. ŚWIĄDER:**
Czynniki przedubojowe warunkujące wartość odżywczą i jakość sensoryczną mięsa wołowego 122
Ante-mortem factors that condition nutritional value and sensory quality of beef.

PROBLEMATYKA ROLNO-ŻYWNOŚCIOWA AGRO FOOD PROBLEMS

- 22. OPONOWICZ K., D. GŁĄBSKA, D. GUZEK, W. CHOIŃSKI, K. GUTKOWSKA:**
Systemy certyfikacji żywności jako warunek wzrostu wymiany handlowej mięsa wołowego z Turcją 129
Food certification systems as a necessary condition to obtain increase of beef trade with Turkey.
- 23. GRUCHELSKI M., J. NIEMCZYK:**
Małe gospodarstwa rolne w Polsce a paradygmat rozwoju zrównoważonego 134
Small farms in Poland and the paradigm of sustainable development.

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

- 24. PAWŁOWSKI M., A. KUŁAKOWSKA, Z. PIĄTKOWSKI, R. SAJECKA:**
Stosowanie empowermentu w praktyce państwowych i prywatnych przedsiębiorstw – Część I 141
Applying empowerment in practice national and of private companies – Part I.
- 25. NASIŁOWSKI J., L. SMOLAGA:**
Wpływ wydajności pracy oraz postępu technicznego na poziom rozwoju gospodarczego 148
The influence of productivity and technical progress on the level of economical development.
- 26. CZERNIAKIEWICZ J., Z. MAŚLAK:**
Etyka polskich służb bezpieczeństwa i porządku publicznego w zarządzaniu kryzysowym (po 1989 r.) 157
About ethics of Polish departments of safety and public order in the crisis management (after 1989).

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. – OSTRAVA (CZECHY/CZECH REPUBLIC)

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

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

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

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

PROF. DR HAB. 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 KRIŽANOVÁ, 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 kolejny, czterdziesty dziewiąty numer naszego czasopisma. W okresie dwudziestu pięciu lat obecności na rynku naukowych wydawnictw periodycznych promujących postęp techniczny w przetwórstwie spożywczym, opublikowaliśmy ponad 900 artykułów recenzowanych. Publikujemy oryginalne artykuły naukowo-badawcze, badawczo-rozwojowe i przeglądowe. Zachęcam również do lektury artykułów dotyczących problematyki rolno-żywnościowej oraz wybranych zagadnień ekonomicznych. W aktualnym numerze znajdują Państwo dwadzieścia sześć artykułów odpowiadających Waszym zainteresowaniom branżowym. Sygnalizuję tylko niektóre z nich, mimo iż wszystkie są interesujące.

Koncentrat soku z aronii może być wykorzystywany, jako substancja osmotyczna do skutecznego usuwania wody z tkanki suszonych jabłek oraz wzbogacania tegoż suszu w dodatkowe związki biologicznie aktywne – informuje zespół pracowników Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie.

Zespół Badawczy Morskiego Instytutu Rybackiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Gdyni informuje o wynikach przeprowadzonych badań dotyczących możliwych do wykorzystania metod wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb pelagicznych z kutrów rybackich.

Pracownicy Katedry Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW w Warszawie po przeprowadzeniu badań zaproponowali model potęgowy przydatny do szybkiego oszacowania czasu zamrażania owoców w tradycyjnych zamrażarkach owiewowych.

Wzrost dawki drożdży na etapie produkcji, niekorzystnie wpływa na właściwości sensoryczne piwa – twierdzi Zespół Badawczy Pracowników Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie oraz Krakowskiej Wyższej Szkoły Promocji Zdrowia w Krakowie w oparciu o uzyskane wyniki.

Z badań organoleptycznych nad czasem parzenia herbat czarnych przeprowadzonych na Politechnice Opolskiej wynika, że najlepszymi właściwościami (wygląd, barwa, aromat, smak) cechują się herbaty zaparzone w czasie pięciu minut.

Prace badawcze Politechniki Białostockiej wykazują, że wśród roślinnych pochodnych fenolu znajdują się substancje o wysokiej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, które mogą być wykorzystywane w przemyśle spożywczym w celu zwiększenia trwałości produktów.

Analiza wyników badań krajowych i zagranicznych dotycząca stosowania syropów wysokofruktozowych w produkcji żywności pozwala stwierdzić, że długoterminowe, negatywne skutki mogą obejmować zmiany poziomu hormonów insuliny i leptyny, zmiany apetytu (wzrost) oraz metabolizmu wątrobowego (otłuszczenie), prowadząc do rozwoju insulinooporności, cukrzycy, otyłości i chorób układu sercowo-naczyniowego – informuje Zespół Badawczy Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie.

Z badań analityczno-przeglądowych składu chemicznego i mineralnego przeprowadzonych przez pracowników Uniwersytetu Rzeszowskiego oraz Państwowej Wyższej Szkoły Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży wynika, że płatki zbożowe, a owsiane w szczególności stanowią zdrowy, pełnowartościowy, dietetyczny produkt spożywczy.

Systemowe determinanty wynalazczości w przemyśle produkcji żywności – to kolejne zagadnienie przybliżone w artykule autorstwa Profesorów Politechniki Koszalińskiej.

Z lektury artykułu Pracowników SGGW możemy się dowiedzieć, jakie czynniki przedubojowe warunkują wartość odżywczą i jakość sensoryczną mięsa wołowego.

Zachęcam do lektury pozostałych, równie ciekawych publikacji.

Dziękuję Autorom i Recenzentom za dotychczasową współpracę, a Czytelnikom i Sympatykom za cenne uwagi i twórczy doping.

W imieniu Zespołu Redakcyjnego, Rady Programowej oraz własnym życiem Autorom, Recenzentom, Czytelnikom, Władzom Uczelni, Pracownikom WSM oraz Studentom – Wesółych Świąt Bożego Narodzenia oraz Szczęśliwego Nowego Roku 2017.

REDAKTOR NACZELNA

Prof. Dr hab. Alina MACIEJEWSKA

Mgr inż. Kinga CZAJKOWSKA

Dr hab. inż. Hanna KOWALSKA

Mgr inż. Joanna CICHOWSKA

Mgr Mariusz WOJNOWSKI

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

ODWADNIANIE OSMOTYCZNE JABŁEK W KONCENTRACIE SOKU Z ARONII®

Osmotic dehydration of apple in chokeberry juice concentrate®

Badania były: Wspierane finansowo przez SUSFOOD ERA-NET/NCBiR (Narodowe Centrum Badań i Rozwoju); Projekt 5/SH/SUSFOOD1/2014. Okres realizacji: 2014-2016, Polska

*Współfinansowane z dotacji MNISW na działalność statutową Wydziału Nauk o Żywności
Szkoly Główniej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

Słowa kluczowe: odwadnianie osmotyczne, jabłka, koncentrat soku z aronii, wymiana masy.

Celem pracy przedstawionej w artykule była ocena wpływu zastosowania koncentratu soku z aronii na wymianę masy podczas odwadniania osmotycznego tkanki jabłek poprzez analizę ubytków wody i przyrostu masy suchej substancji. W celu określenia przydatności koncentratu soku z aronii jako substancji osmotycznej równolegle prowadzono badania z zastosowaniem roztworu sacharozy. Odwadnianie osmotyczne prowadzono w roztworach wodnych o stężeniu 60% i temperaturze 30, 45 i 60°C przez 360 min. Odwadnianie osmotyczne tkanki jabłek w roztworze koncentratu soku z aronii polegało głównie na obniżaniu zawartości wody. Efekt odwadniania zwiększał się wraz z podwyższaniem temperatury. Zastosowanie roztworu koncentratu soku z aronii w temperaturze 60°C przez 240 i 360 min spowodowało uzyskanie największego przyrostu masy suchej substancji. Najwyższą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowały się jabłka odwadnianie w temperaturze 45°C przez 240 minut.

Key words: osmotic dehydration, apple, chokeberry juice concentrate, mass transfer.

The aim of this work was to evaluate the effect of chokeberry juice concentrate on mass transfer during osmotic dehydration of apple tissue. The impact of the dehydration temperature and time on changes in water loss and solids gain was examined. In order to determine the suitability of the chokeberry juice concentrate as osmotic agent during osmotic dehydration, apple was dehydrated in sucrose solution in parallel to the main analysis. Osmotic dehydration was performed in 60% chokeberry juice concentrate at temperatures: 30, 45 and 60°C for 360 min. Using chokeberry juice concentrate in the process of osmotic dehydration resulted in a higher level of water loss as compared to solids gain. The level of water loss was higher at higher temperatures. The greatest solids gain was observed in osmotically dehydrated apples at 60°C for 240 and 360 min. The highest polyphenols content was found for osmotically dehydrated apple in chokeberry juice at 45°C for 240 min.

WSTĘP

Intensywna urbanizacja i zmiana trybu życia powoduje wzrost liczby czynników wpływających na zdrowie człowieka. Większość chorób cywilizacyjnych związana jest ze zmianą sposobu odżywiania. Cukrzyca, nowotwory, nadciśnienie, choroby serca i układu pokarmowego oraz miażdżycy to główne przyczyny zgonów. Prawdopodobieństwo wystąpienia chorób wzrasta wraz z niedoborem określonych substancji w diecie [16].

Wzrost świadomości żywieniowej konsumentów przyczynił się do powstania rynku żywności funkcjonalnej. Znalezienie nowych rozwiązań technologicznych, w efekcie których produkt będzie nie tylko wartościowy żywieniowo, ale będzie charakteryzował się także odpowiednimi walorami sensorycznymi, jest zadaniem trudnym. Jednym ze sposobów, dzięki któremu można projektować i modyfikować skład surowców i tym samym produktów końcowych, jest odwadnianie osmotyczne. Proces ten stosowany jest również jako obróbka wstępna przed procesem suszenia.

Adres do korespondencji – Corresponding author: Kinga Czajkowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, e-mail: kinga_czajkowska@sggw.pl

Polega na częściowym usunięciu wody z tkanki roślinnej w postaci niezwiązanej i wnikanu strumienia substancji osmotycznej, inicjującej transfer masy, z roztworu do odwadnianej tkanki. W czasie procesu odwadniania może dochodzić do ubytku substancji niskocząsteczkowych, tj. witamin, cukrów, soli mineralnych, kwasów, które przenikają z wnętrza odwadnianej tkanki roślinnej do otaczającego roztworu [2, 4, 9, 21]. Proces odwadniania osmotycznego i zmiany składu chemicznego surowca zależą od wielu czynników, m.in. od rodzaju i stężenia substancji osmotycznej, temperatury i czasu odwadniania, stopnia rozdrobnienia surowca, właściwości tkanki roślinnej, stosunku masy odwadnianego surowca do masy roztworu osmotycznego [1, 10].

Do odwadniania osmotycznego najczęściej wykorzystuje się roztwory: cukrów (sacharoza, glukoza, fruktoza, laktoza), soli (głównie chlorek sodu) oraz zagęszczone soki owocowe (jabłkowy, bananowy) [12]. Szybkość procesu odwadniania osmotycznego zależy od masy cząsteczkowej użytej substancji osmotycznej. Przy tych samych stężeniach cukry o mniejszej masie cząsteczkowej wywołują wyższe ciśnienie osmotyczne, a tym samym początkowa szybkość usuwania wody jest większa niż przy substancjach o wyższych masach cząsteczkowych. Jednocześnie w przypadku substancji niskocząsteczkowych obserwuje się ich większe wnikiwanie do wnętrza materiału [15].

Zastosowanie koncentratu soku z aronii do procesu odwadniania osmotycznego może znaleźć zastosowanie w technologii żywności, nie tylko jako substancja osmoaktywna, ale również jako nośnik związków biologicznie aktywnych. Badania mające na celu dobór optymalnych warunków obróbki osmotycznej w roztworze koncentratu soku z aronii umożliwiają określenie nowych kierunków wykorzystania owoców w przemyśle spożywczym. Ze względu na wysokie koszty zakupu koncentratu z aronii, technologia odwadniania osmotycznego, wydaje się być ekonomicznie nieopłacalną. Jednakże prozdrowotne składniki zawarte w produktach mogą wpłynąć na wzrost zainteresowania tym produktem, niezależnie od jego ceny.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu koncentratu soku z aronii na wymianę masy w odwadnianych osmotycznie jabłkach poprzez analizę zmiany ubytków wody, przyrostu masy suchej substancji, zmiany parametrów barwy oraz zawartości polifenoli.

MATERIAŁY I METODY

Do badań użyto jabłek odmiany Idared, które pozyskano z Pola Doświadczalnego SGGW. Surowiec przechowywano w atmosferze kontrolowanej, a następnie w warunkach chłodniczych w temperaturze 4-5°C przy wilgotności względnej powietrza 80-90% bez dostępu światła. Przed każdym procesem jabłka myto, obierano i krojono na kształt walców o średnicy 15 mm i wysokości 20 mm.

Tkanek jabłek odwadniano osmotycznie w roztworze koncentratu soku z aronii oraz sacharozy o stężeniu 60% i temperaturze: 30, 45 i 60°C. Proces odwadniania realizowano przez 0, 30, 60, 120, 240 i 360 min. Stosunek masy surowca do masy roztworu osmotycznego wynosił 1:4. W czasie odwadniania osmotycznego utrzymywano stałą

temperaturę oraz ciągle mieszanie z częstotliwością 2 Hz. Następnie odwodnione osmotycznie próbki przenoszono na sito, oddzielając od roztworu osmotycznego, przepłukiwano trzykrotnie zanurzając w zimnej wodzie i osuszano na bibule filtracyjnej.

Oznaczenie wskaźników wymiany masy

W celu analizy wskaźników wymiany masy podczas odwadniania osmotycznego oznaczono następujące wielkości technologiczne:

- ubytek masy dM [%]:

$$dM = \frac{m_o - m_t}{m_o} \cdot 100\% \quad (1)$$

- zawartość suchej substancji – ss [ułamek] oznaczono metodą suszenia według PN-ISO 1026:2000 w dwóch równoległych powtórzeniach:

$$ss = \frac{m_s}{m_p} \quad (2)$$

gdzie: m_p – masa próbki przed suszeniem [g];

m_s – masa próbki po suszeniu [g];

- ubytek wody w gramach wody na początkową masę suchej substancji – WL [g H₂O/g p. s.s.]:

$$WL = \frac{m_o \cdot (1 - ss_o) - m_t \cdot (1 - ss_t)}{m_o \cdot ss_o} \quad (3)$$

gdzie: m_o – początkowa masa próbki [g];

ss_o – początkowa zawartość suchej substancji [ułamek];

m_t – masa próbki po odwadnianiu [g];

ss_t – zawartość suchej substancji jabłek po odwadnianiu osmotycznym [ułamek];

- przyrost suchej substancji w gramach na początkową masę suchej substancji – SG [g/g p.s.s.]:

$$SG = \frac{m_t \cdot ss_t - m_o \cdot ss_o}{m_o \cdot ss_o} \quad (4)$$

gdzie: m_o – początkowa masa próbki [g];

ss_o – początkowa zawartość suchej substancji [ułamek];

m_t – masa próbki po odwadnianiu [g];

ss_t – zawartość suchej substancji jabłek po odwadnianiu osmotycznym [ułamek].

Oznaczenie parametrów barwy

Barwę surowca oraz suszu oznaczono w systemie CIE L*a*b* za pomocą Chroma-Meter serii CR-300 firmy Minolta.

Oznaczenie zawartości polifenoli ogółem

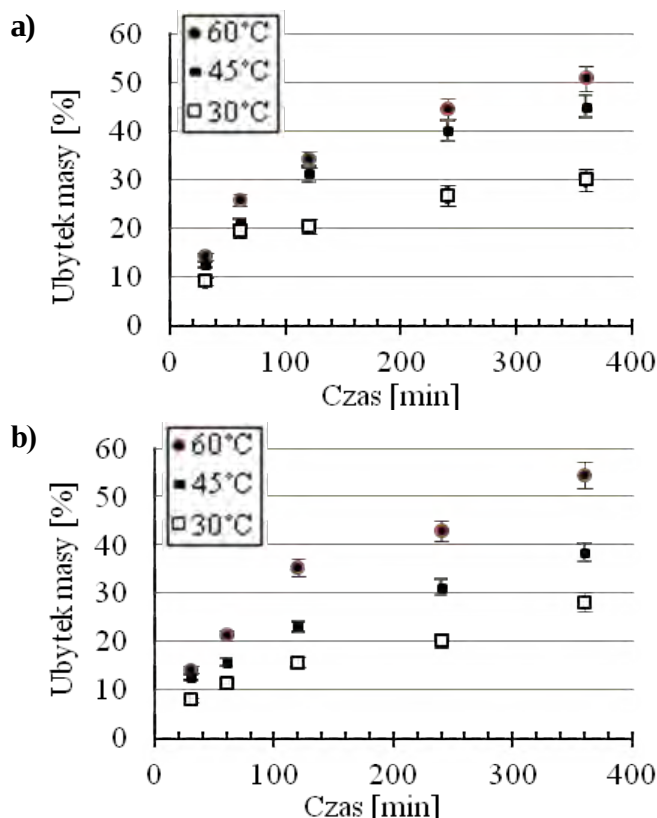
Zawartość polifenoli ogółem oznaczano w tkance świeżych jabłek oraz odwadnianych przez 120 i 240 min., zgodnie z metodą Folina-Ciocalteusa, wykorzystując jako

wzorec kwas galusowy [19]. Pomiaru absorbancji roztworu dokonano w spektrofotometrze Heĭios ThermoSpectronic γ , przy długości fali 750 nm. Oznaczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach.

Analiza statystyczna

Wyniki opracowano statystycznie wykorzystując wieloczynnikową analizę wariancji ANOVA przy wykorzystaniu oprogramowania Statistica ver. 12. Jednorodność wariancji została sprawdzona testem Levene'a. W celu wyznaczenia grup jednorodnych zastosowano test NIR. Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA



Rys. 1. Ubytek masy podczas odwadniania osmotycznego jabłek w roztworze: a) koncentratu soku z aronii i b) sacharozy w temperaturze 30, 45 i 60°C.

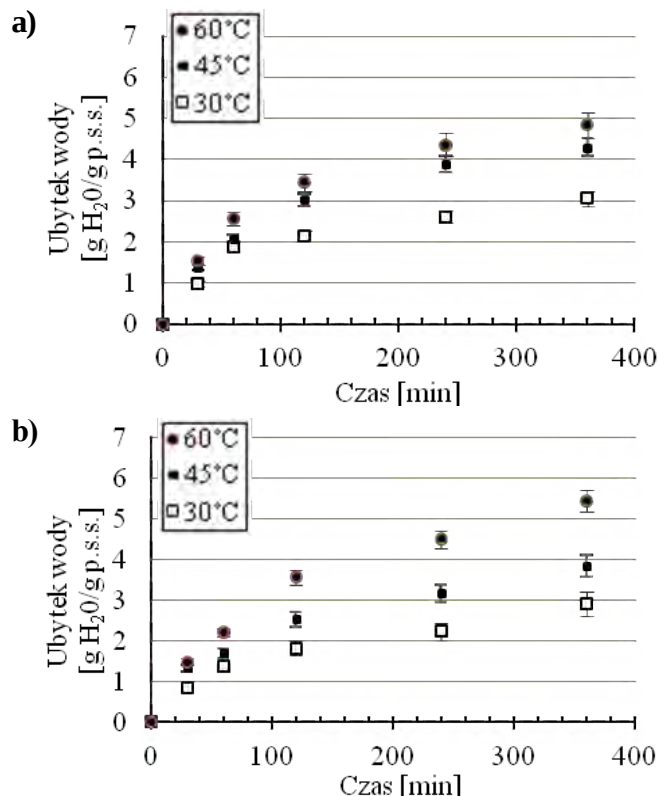
Fig. 1. Mass loss during osmotic dehydration of apple in: a) chokeberry juice concentrate and b) sucrose solution at 30, 45 and 60°C.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W czasie odwadniania osmotycznego jabłek w roztworze koncentratu soku z aronii oraz sacharozy o stężeniu 60°Brix wraz z podwyższaniem temperatury od 30 do 60°C i z wydłużaniem czasu od 0 do 360 min w badanych owocach następowało zwiększanie ubytku masy (rysunek 1). Wieloczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ rodzaju roztworu osmotycznego, temperatury i czasu odwadniania na zmiany badanego wskaźnika. Znaczące zmiany ubytku masy z jabłek nastąpiły już po 60 min procesu. W jabłkach odwadnianych w koncentracie soku z aronii przez 60 min w temperaturze 60°C sięgał on 50%

całkowitej wartości ubytku masy, jaką uzyskano po 360 min, zaś po 120 min procesu wskaźnik ten zwiększył się w mniejszym stopniu tj. o kolejne 20%. W porównaniu do roztworu sacharozy, zastosowanie roztworu koncentratu soku z aronii spowodowało uzyskanie nieznacznie wyższych wartości ubytków masy.



Rys. 2. Ubytek wody z jabłek podczas odwadniania osmotycznego w roztworze: a) koncentratu soku z aronii i b) sacharozy w temperaturze 30, 45 i 60°C.

Fig 2. Water loss from apple during osmotic dehydration in: a) chokeberry juice concentrate and b) sucrose solution at 30, 45 and 60°C.

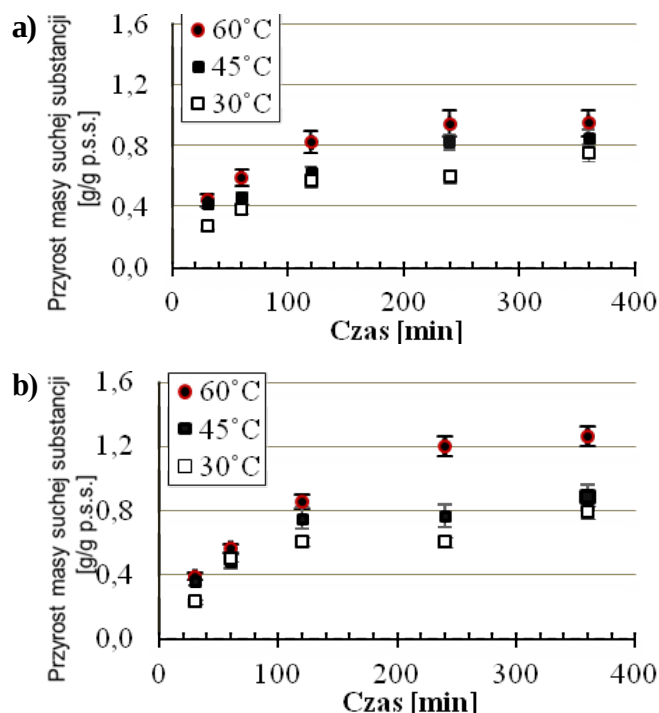
Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W czasie odwadniania osmotycznego jabłek w roztworze sacharozy i koncentratu soku z aronii o stężeniu 60°Brix wraz z podwyższaniem temperatury od 30 do 60°C i z wydłużaniem czasu od 0 do 360 min w badanych owocach następowało zwiększanie ubytku wody (rysunek 2). Wieloczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ temperatury i czasu procesu odwadniania na zmiany ubytków wody, zaś rodzaj zastosowanego roztworu był nieistotny. Najwyższą wartość ubytku wody (około 5,4 g H₂O/g p.s.s.) odnotowano w jabłkach odwadnianych w roztworze sacharozy przez 360 min w temperaturze 60°C (rysunek 2). Zastosowanie temperatury podwyższonej do 60°C powodowało dwu-trzykrotnie większy ubytek wody w porównaniu z odwadnianiem jabłek w temperaturze 30°C. W przypadku zastosowania roztworu koncentratu soku z aronii w zakresie podwyższania temperatury od 45 do 60°C obserwowano mniejsze różnice ubytku wody niż w zakresie od 30 do 45°C. W pierwszym przypadku wzrost temperatury spowodował zwiększenie ubytku wody w jabłkach o 13-28%, a w drugim o 5-44%. Ubytek wody w jabłkach

odwadnianych przez 60 min w stosunku do wartości tego wskaźnika po 360 min odwadniania w temperaturze 30, 45 i 60°C wynosił odpowiednio około 61, 48 i 52% dla roztworu koncentratu soku z aronii oraz 47, 44 i 40% dla roztworu sacharozy. Po 120 min ubytek wody jabłek zwiększył się do 70, 71 i 72% w przypadku zastosowania koncentratu soku z aronii oraz do 66, 64 i 67% w przypadku roztworu sacharozy.

Zmiany przyrostu masy suchej substancji były dość zróżnicowane i kształtowały się inaczej niż ubytek wody (rysunek 2 i 3). W przeprowadzonych badaniach wykazano brak wpływu rodzaju zastosowanego roztworu oraz istotny wpływ temperatury i czasu na przyrost masy suchej substancji w próbkach jabłek. Wskaźnik ten w przypadku jabłek odwadnianych przez 60 min w stosunku do wartości tego wskaźnika po 360 min odwadniania w temperaturze 30, 45 i 60°C był większy odpowiednio o około 38, 53 i 58% w przypadku zastosowania roztworu koncentratu soku z aronii oraz 35, 39 i 43% wobec roztworu sacharozy. Po 120 min procesu przyrost suchej substancji do jabłek zwiększył się o 73, 71 i 89% w przypadku zastosowania koncentratu soku z aronii oraz o 81, 83 i 69% w przypadku roztworu sacharozy. Po dłuższym czasie odwadniania osmotycznego jabłek (120, 240 i 360 min) zaobserwowano, że podwyższenie temperatury powodowało zwiększenie przyrostu masy suchej substancji do jabłek, ale w mniejszym stopniu niż w początkowej fazie odwadniania do 120 min.



Rys. 3. Przyrost masy suchej substancji podczas odwadniania osmotycznego jabłek w roztworze a) koncentratu soku z aronii i b) sacharozy w temperaturze 30, 45 i 60°C.

Fig. 3. Solid gain during osmotic dehydration of apple in a) chokeberry juice concentrate and b) sucrose solution at 30, 45 and 60°C.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W porównaniu z osmotycznym odwadnianiem jabłek w roztworze sacharozy prowadzonym w temperaturze 60°C, przy zastosowaniu temperatury 30°C, po dłuższym czasie odwadniania (240, 360 min), zaobserwowano wyraźnie większy przyrost masy suchej substancji (1,2-1,3 g/g p.s.s.) przy ubytku wody na poziomie 4,5-5,4 g H₂O/g p.s.s. W pozostałych warunkach odwadniania jabłek w roztworze sacharozy przyrost masy suchej substancji mieścił się w zakresie od około 0,3 do około 0,9 g/g p.s.s.

Jednocześnie zaobserwowano, że przy zastosowaniu temperatury 60°C ubytek wody z jabłek był około pięć razy większy niż przyrost masy suchej substancji, co skutkowało spadkiem masy próbek po procesie odwadniania. Znaczącą intensywność odwadniania osmotycznego jabłek zaobserwowano na początku procesu (do 120 min), szczególnie w przypadku zastosowania koncentratu soku z aronii, który w swoim składzie zawiera cukry o niższej masie cząsteczkowej. Zwykle na początku procesu następuje dyfuzja wody z powierzchniowych warstw komórek i wnikanie substancji osmotycznej do wnętrza porowatej tkanki owoców. W większości stosowanych substancji osmotycznych w początkowych minutach procesu odwadniania jabłek obserwowano dość gwałtowne zwiększanie tego wskaźnika sięgające około 70% maksymalnej wartości przyrostu masy suchej substancji (po całkowitym czasie odwadniania wynoszącym 180 min) [6].

Lenart [8] w swoich badaniach wykazał, że strumień usuwanej wody był znacznie większy niż strumień wnikażącej substancji osmotycznej do tkanki roślinnej. Stwierdzono, że po upływie około 180 min odwadniania przyrost masy suchej substancji ulegał stabilizacji i wzrastał tylko nieznacznie. Z kolei inni badacze [13] wykazali, że podczas pierwszych 120 min odwadniania osmotycznego występują największe zmiany zawartości wody w tkance roślinnej. Podobne wyniki uzyskała Kowalska i Gierada [6] odwadniając osmotycznie tkankę jabłek w roztworze syropu skrobiowego i sacharozy.

Marani i in. [11] wykazali, że zastosowanie cukrów o różnych masach cząsteczkowych wpływa na proces odwadniania osmotycznego kiwi, truskawek i brzoskwiń. Zastosowanie sacharozy i cukrów o dużej masie cząsteczkowej umożliwiało uzyskanie przez badaczy dużego stopnia odwodnienia przy niewielkim wnikaniu substancji osmotycznej. Stosując koncentrat soku z aronii do odwadniania osmotycznego owoców można uzyskać produkt lub półprodukt (do dalszego przetwarzania) o znaczącym ubytku wody przy określonym wnikaniu substancji osmotycznej.

Barwa

Jasność barwy L^* jabłek świeżych mieściła się w zakresie $70,7 \pm 3,35$, wartość a^* w zakresie: $-2,41 \pm 0,80$ oraz b^* w zakresie: $16,27 \pm 1,96$. Próbkę jabłek charakteryzowała niestabilność parametru L^* obrazującego pociemnienie owoców wywołane odwadnianiem osmotycznym (tab. 1). Wieloczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ rodzaju roztworu na jasność barwy odwadnianych owoców. Najbardziej ciemniały jabłka odwadniane w koncentracie soku z aronii w wyniku obecności w roztworze osmotycznym barwników – antocyjanów [16]. Wartość parametru L^* była ponad trzykrotnie niższa od jasności barwy jabłek

odwadnianych w roztworze sacharozy. Nie wykazano wpływu czasu i temperatury na zmiany parametru L^* w próbkach odwadnianych w koncentracji soku z aronii, zaś wpływ czasu i temperatury, w przypadku użycia roztworu sacharozy, był istotny. W przypadku zastosowania roztworu sacharozy najbardziej pociemniały próbki jabłek odwadniane w temperaturze 60°C przez 360 min. W przypadku zastosowania roztworu sacharozy, zmiany barwy wywołane były przemianami barwników, w wyniku reakcji enzymatycznego brunatnienia, w szczególności polifenolooksydaz obecnych w owocach, istotnych zwłaszcza w owocach rozdrobnionych [17].

Wahania wielkości nasycenia barwy C_{ab}^* statystycznie istotnie zależały od wszystkich analizowanych zmienionych procesowych (rodzaju roztworu osmotycznego, temperatury i czasu odwadniania) (tab. 1). W porównaniu do roztworu koncentratu soku z aronii, wartości tego wskaźnika w przypadku zastosowania roztworu sacharozy były wyższe. Wzrost temperatury od 30 do 45°C wpłynął na wartość nasycenia barwy, zaś wzrost temperatury z 45 do 60°C nie powodował zmian wartości analizowanego parametru. Ponadto zastosowanie krótszego czasu prowadzenia procesu wpłynęło na większe nasycenie barwy.

Antocyjany są związkami nietrwałymi i w środowisku wodnym, w zależności od pH, ulegają przemianom powodującym zmiany barwy produktów. W środowisku kwaśnym (pH < 3) mają barwę czerwoną, w środowisku obojętnym (pH = 7) – fioletową, a w środowisku zasadowym (pH > 11) ich barwa staje się niebieska [16, 17]. Ogrzewanie produktów owocowych w czasie zagęszczania lub termicznego utrwalania przyspiesza procesy oksydacyjnej polimeryzacji antocyjanów i powoduje zmiany barwy surowca. Jednak

krótkie ogrzewanie, np. kilkanaście minut w temperaturze 100°C, nie wpływa na zmiany barwy [16, 18].

Niezależnie od zastosowanego roztworu odwadnianie osmotyczne owoców wpłynęło na zauważalną zmianę barwy jabłek (parametru ΔE) w porównaniu do surowca. Jednakże analiza wieloczynnikowa nie wykazała wpływu temperatury i czasu na zmiany wartości tego parametru.

Według Pastuszaka [14] bezwzględna różnica barw ΔE rzędu 2,0 – 3,5 jest różnicą niewielką, a wartość $\Delta E > 5$ wskazuje na bardzo dużą różnicę barw w porównaniu do surowca i jest wyraźnie zauważalna przez ludzkie oko. Obecność antocyjanów, zawartych w koncentracji, istotnie wpłynęła na całkowitą różnicę barwy próbek jabłek (wartości rzędu 52-58). Uzyskanie tak znaczących zmian barwy owoców świadczy o wnikięciu bioskładników z koncentratu soku aroniowego do odwadnianych jabłek.

Intensywność zmiany barwy owoców odwadnianych w roztworach bezbarwnych (np. sacharozy) zależy od temperatury i czasu trwania procesu. Zwiększenie tych parametrów wpływa na intensyfikację wymiany masy w jabłkach, głównie w kierunku obniżenia zawartości wody, a także; ciemnienie powierzchni próbek spowodowane reakcjami nieenzymatycznego brunatnienia (reakcje Maillarda) i reakcjami enzymatycznymi. Jednakże zastosowanie sacharozy do odwadniania osmotycznego jako obróbki wstępnej wpływa na ograniczenie zmian i poprawę barwy suszonych owoców. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez Falade i in. [3]. Badacze wykazali, że intensywność zmian barwy tkanki arbuza poddanej obróbce osmotyczno-konwekcyjnej była mniejsza w przypadku zastosowania wyższego stężenia roztworu osmotycznego.

Tabela 1. Zmiany parametrów barwy: jasność L^* , nasycenie C_{ab}^* , bezwzględna różnica barw ΔE jabłek odwadnianych osmotycznie

Table 1. Colour coefficients: lightness coefficient L^* , chroma C^*_{ab} , relative colour difference index ΔE of osmotically dehydrated apple

Substancja osmotyczna	Temperatura [°C]	Czas odwadniania [min]	L^*	C^*_{ab}	ΔE
sacharoza	30	30	69,26±2,21 ^(b)	22,93±3,10 ^(a,b,d)	7,92±3,25 ^(c,d)
		360	73,75±2,65 ^(b,c)	25,33±1,69 ^(b,d)	11,04±1,71 ^(c,d,e)
	45	30	73,63±2,57 ^(b,c)	21,49±1,85 ^(a,b,c,d)	7,53±2,01 ^(c)
		360	74,65±1,81 ^(c)	21,76±9,61 ^(a,b,c,d)	12,32±1,77 ^(d,e)
	60	30	69,63±4,51 ^(b)	22,05±3,36 ^(a,b,c,d)	8,34±3,55 ^(c,d)
		360	62,22±1,98 ^(d)	23,44±2,96 ^(a,b,d)	13,85±3,2 ^(e)
koncentrat soku z aronii	30	30	21,26±1,32 ^(a)	28,66±2,16 ^(d)	58,64±0,59 ^(b)
		360	19,55±0,39 ^(a)	19,58±0,54 ^(b,d)	56,09±0,32 ^(a,b)
	45	30	20,24±1,04 ^(a)	22,12±2,33 ^(a,b,c,d)	56,85±1,00 ^(a,b)
		360	22,75±2,27 ^(a)	15,61±2,53 ^(a,c)	52,79±1,96 ^(a)
	60	30	19,66±0,89 ^(a)	18,97±3,35 ^(a,b,c)	55,76±0,66 ^(a,b)
		360	19,23±0,44 ^(a)	14,34±3,16 ^(c)	54,96±0,94 ^(a,b)

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Zawartość polifenoli

Proces odwadniania osmotycznego prowadzony w roztworze koncentratu soku z aronii oprócz obniżenia zawartości wody w badanych jabłkach, spowodował wzbogacenie ich w polifenole (tab. 2). Po 240 min odwadniania osmotycznego w temperaturze 30, 45 i 60°C stwierdzono odpowiednio około 1,5; 2-2,5 i 1,5-2-krotne zwiększenie zawartości polifenoli ogółem. Najwyższą zawartość polifenoli odnotowano w próbkach owoców odwodnionych w temperaturze 45°C przez 240 minut, co stanowiło 26% ogólnej zawartości polifenoli w koncentracie soku z aronii. Inaczej oddziaływał roztwór sacharozy, powodując zmniejszenie zawartości polifenoli w jabłkach, tym większe im dłużej trwał proces i wyższa była temperatura odwadniania osmotycznego. Porównując uzyskane wyniki stwierdzono, że proces osmotycznego odwadniania owoców w roztworze sacharozy przez 120 min w temperaturze 30 i 45°C spowodował zmniejszenie zawartości polifenoli, odpowiednio o 25 i 30%, zaś podczas odwadniania owoców 240 min odpowiednio o 37 i 36%. Po 240 min odwadniania osmotycznego w roztworze sacharozy o temperaturze 60°C zawartość polifenoli w jabłkach była o około 70% niższa niż w owocach świeżych. Również Ścibisz i Mitek [20] wykazały, że obróbka wstępna owoców przed suszeniem, tj. odwadnianie osmotyczne, spowodowała obniżenie pojemności przeciwutleniającej owoców borówki wysokiej. Autorki uzasadniły to migracją związków polifenolowych do roztworu odwadniającego.

Tabela 2. Zawartość polifenoli w odwadnianych osmotycznie jabłkach oraz surowcach (koncentracie soku z aronii i w świeżych owocach)

Table 2. Phenolic content in osmotically dehydrated apples and in raw materials (chokeberry juice and in fresh fruit)

	Temperatura [°C]	Czas odwadniania [min]	Polifenole ogółem [mg/100g s.m.]
60% roztwór koncentratu soku z aronii	30	120	699,89±4,45 ^(e)
		240	630,73±3,41 ^(f)
	45	120	910,07±11,38 ^(b)
		240	1003,78±4,74 ^(a)
	60	120	732,92±11,34 ^(d)
		240	798,53±3,64 ^(c)
60% roztwór sacharozy	30	120	320,02±17,45 ^(g)
		240	270,73±10,63 ^(h)
	45	120	301,15±9,15 ^(g)
		240	272,44±13,18 ^(h)
	60	120	170,12±13,20 ⁽ⁱ⁾
		240	120,53±5,14 ⁽ⁱ⁾
Jabłka świeże	-	-	427,68±6,24
Koncentrat soku z aronii	-	-	3872,68±18,6

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Ogólna zawartość polifenoli w odwadnianych jabłkach zależała od temperatury, czasu odwadniania i rodzaju substancji osmotycznej. W czasie odwadniania osmotycznego jabłek w roztworze koncentratu soku z aronii stwierdzono znaczące zwiększenie zawartości polifenoli. Wzrost temperatury z 30 do 40°C i wydłużenie czasu odwadniania z 120 do 240 min wpłynęło istotnie na zwiększenie zawartości polifenoli w tkance jabłek. Przy podwyższeniu temperatury z 45 do 60°C zaobserwowano zmniejszenie zawartości analizowanych związków. Wysoka temperatura jest jednym z najistotniejszych czynników przyspieszających degradację związków antocyjanowych. W pierwszym etapie następuje hydroliza wiązań glikozydowych w cząsteczce barwnika, a następnie utworzenie niestabilnego aglikonu. Podwyższona temperatura powoduje również przemiany antocyjanów w bezbarwne chalkony, które ulegają utlenieniu, tworząc brunatne związki i barwniki o wysokiej masie cząsteczkowej. Analizując wpływ roztworów (soku jabłkowego z udziałem mięty, soku z buraków ćwikłowych i soku z aronii) podczas wstępnej obróbki osmotycznej tkanki roślinnej i suszenia mikrofalowo-próżniowego na zawartość polifenoli w suszu Lech [7] wykazał, że jedynie odwadnianie osmotyczne buraków ćwikłowych w soku z aronii spowodowało wzrost bioaktywności otrzymanego suszu. Z kolei Kopera i Mitek [5] analizując wpływ substancji osmotycznej (sacharozy, soku gruszkowego, mieszaniny soku gruszkowego i sacharozy) na jakość suszu gruszkowego wykazały, że niezależnie od odmiany, susze z owoców odwadnianych w zagęszczonym soku gruszkowym odznaczały się, w porównaniu z produktami odwadnianymi w roztworze sacharozy, wyższą zawartością polifenoli, zarówno po zastosowaniu odwadniania osmotycznego, jak i po suszeniu konwekcyjnym.

WNIOSKI

Rodzaj zastosowanego roztworu osmotycznego wpłynął istotnie na ubytek masy w tkance jabłek. Wyższe temperatury roztworu i dłuższy czas odwadniania osmotycznego, bez względu na zastosowany rodzaj roztworu, powodowały większy ubytek wody i przyrost masy suchej substancji. Najwyższy ubytek wody, około 5,4 g H₂O/p.s.s., zaobserwowano w jabłkach odwodnionych w roztworze sacharozy przez 360 min w temperaturze 60°C. Odwadnianie osmotyczne jabłek w koncentracie soku z aronii i roztworu sacharozy przez 360 min przy zastosowaniu temperatury 60°C spowodowało przyrost masy suchej substancji odpowiednio na poziomie około 0,95 i 1,28 g/g p.s.s. Zastosowanie koncentratu soku z aronii do odwadniania osmotycznego jabłek polegało głównie na obniżaniu zawartości wody w jabłkach. Efekt odwadniania (szybkość usuwania wody) zwiększał się wraz z podwyższaniem temperatury w zakresie 30-60°C.

Koncentrat soku z aronii może być wykorzystywany jako substancja osmotyczna do skutecznego usuwania wody, a także do nadania atrakcyjnej barwy owocom. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ rodzaju zastosowanego roztworu osmotycznego na zmianę parametru L^* (jasności) i nasycenia barwy C^*_{ab} .

Zawartość polifenoli ogółem po procesie odwadniania osmotycznego tkanki jabłek w koncentracie soku z aronii była blisko 2,5-krotnie większa w porównaniu z owocami

świeżymi. Najwyższą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowała się tkanka jabłek odwadnianych przez 240 min w temperaturze 45°C. Wzbogacanie owoców w dodatkowe związki biologicznie aktywne podczas odwadniania osmotycznego jest nowym sposobem uatrakcyjniania owocowych produktów suszonych. Możliwa jest też modyfikacja chemiczna składu żywności w zależności od potrzeb.

LITERATURA

- [1] **BIEGAŃSKA-MARECIK, R., J. CZAPSKI. 2003.** „Porównanie przydatności odmian jabłek do produkcji plasterków o małym stopniu przetworzenia”. *Acta Scientiarum, Technologia Alimentaria* 2(2): 115-127.
- [2] **ERLE U., H. SHUBERT. 2001.** „Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries”. *J. Food Eng.* 49: 193-199.
- [3] **FALADE K.O., J.C. IGBEKA, F.A. AYANWUYI. 2007.** „Kinetics of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon”. *J. Food Eng.* 80: 979-985.
- [4] **KHIN M.M., W. ZHOU, C.O. PERERA 2007.** „Impact of process conditions and coatings on the rehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration”. *J. Food Eng.* 79: 817-827.
- [5] **KOPERA M., M. MITEK. 2007.** „Wpływ procesu odwadniania osmotycznego na zawartość polifenoli w suszach gruszkowych (*Pyrus communis* i *Pyrus pyrifolia*)”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5(54): 213-221.
- [6] **KOWALSKA H., K. GIERADA. 2005.** „Nasycanie jabłek w celu otrzymania żywności wzbogaconej witaminą C”. *Inżynieria Rolnicza* 71(11): 267-275.
- [7] **LECH K. 2013.** Wpływ parametrów suszenia mikrofalowo-próżniowego na jakość suszu z buraków ćwikłowych odwadnianych osmotycznie. Praca doktorska. Dostęp w dniu 16.04.2016. http://www.dbc.wroc.pl/Content/24056/Lech_K_doktor_112_DBC.pdf?handler=pdf
- [8] **LENART A. 1992.** „Mathematical modeling of osmotic dehydration of apple and carrot”. *Acta Alimen. Polonica* 42(1): 33-44.
- [9] **LENART A. 1990.** „Osmotyczne odwadnianie jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym owoców i warzyw”. *Przem. Spoż.* 44(12): 307-309.
- [10] **LERICI C.R., C.R. PINNAVAIA, M.D. ROSA, L. BARTOLUCCI. 1995.** „Osmotic dehydration of fruits: influence of osmotic agents on during behavior and product quality”. *J. Food Sci.* 50: 1217-1219.
- [11] **MARANI C.M., M.E. AGNELLI, R.H. MASCHERONI. 2007.** „Osmo-frozen fruits: mass transfer and quality evaluation”. *J. Food Eng.* 79: 1122-1130.
- [12] **MOREIRA R., F. CHENLO, G. PEREIRA. 2003.** „Viscosities of ternary aqueous solutions with glucose and sodium chloride employed in osmotic dehydration operation”. *J. Food Eng.* 57: 173-177.
- [13] **NIETO A.B., D.M. SALVATORI, M. CASTRO, S.M. ALZAMORA. 2003.** „Structural changes in apple tissue during glucose and sucrose OD: Shrinkage, porosity, density and microscopic features”. *J. Food Eng.* 61: 269-278.
- [14] **PASTUSZAK W. 2000.** Barwa w grafice komputerowej. Warszawa, PWN.
- [15] **PĘKOŚLAWSKA-GARSTKA A., A. LENART. 2010.** „Wybrane właściwości fizyczne miąższu dyni odwadnianej osmotycznie w roztworach cukrów”. *Acta Agrophysica* 16(2): 413-422.
- [16] **PIĄTKOWSKA E., A. KOPEĆ, T. LESZCZYŃSKA. 2011.** „Antocyjany – charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(77): 24-35.
- [17] **SIKORSKI Z. (RED.). 2002.** Chemia żywności. Składniki żywności. WNT, Warszawa: 401-420.
- [18] **SIKORSKI Z. 1996.** Barwniki. Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT: 414-422.
- [19] **SINGLETON V.L., J.A. ROSSI. 1965.** „Colorimetry of total phenolic with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents”. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- [20] **ŚCIBISZ I., M. MITEK. 2006.** „Aktywność przeciwutleniająca i zawartość związków fenolowych w suszach z owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum*)”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(49): 68-76.
- [21] **TALENS P., N. ESCRICHE, N. MARTINEZ-NAVARRETE, A. CHIRALT. 2003.** „Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit”. *Food Res. Int.* 36: 635-642.

Prof. dr hab. inż. Agnieszka KALETA
Dr hab. inż. Krzysztof GÓRNICKI, prof. nadzw. SGGW
Dr inż. Aneta CHOIŃSKA
Mgr inż. Kornelia RUSSEK
Inż. Michał KLIMEK
Katedra Podstaw Inżynierii
Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA DYFUZJI WODY W PROCESIE SUSZENIA LIŚCI KOLENDRY, BAZYLI I NATKI PIETRUSZKI®

The determination of moisture diffusion coefficient in the drying process of
coriander, basil and parsley leaves®

Słowa kluczowe: suszenie, zioła, współczynnik dyfuzji wody.

Liście kolendry suszono w warunkach konwekcji naturalnej w temperaturze 25, 35, 45 i 55°C. Ponadto liście kolendry, bazyli i natkę pietruszki suszono w warunkach domowych następującymi sposobami: metodą naturalną (21-26°C), w suszarce elektrycznej i w piecyku kuchennym (ok. 50°C). Stwierdzono, że cały proces suszenia badanych ziół przebiega w drugim okresie suszenia i może być opisany matematycznym modelem dyfuzji nieustalonej w płycie nieskończonej. Iloraz współczynnika dyfuzji wody i kwadratu połowy grubości liści suszonych ziół rośnie ze wzrostem temperatury i dla liści kolendry suszonych w warunkach konwekcji naturalnej zależność ta może być opisana równaniem Arrheniusa.

Key words: drying, herbs, moisture diffusion coefficient.

The coriander leaves were dried in natural convection at 25, 35, 45, and 55°C. Moreover the leaves of coriander, basil, and parsley were dried in home conditions applying the following methods: natural method (21-26°C), in the electric dryer, and in the oven (app. 50°C). It was observed that the drying of the investigated herbs occurred exclusively in the falling rate period and can be described with the mathematical model of infinite plate drying. It was stated that the ratio of moisture diffusion coefficient to the square of leaves of dried herbs half thickness increased with the increasing temperature and as far as coriander leaves dried in natural convection were concerned an Arrhenius – type equation can be used to describe the relationship between the discussed ratio and temperature.

WPROWADZENIE

Zioła są powszechnie stosowane jako środki przyprawowe, farmaceutyczne i kosmetyczne. Wiele badań poświęca się możliwościom wykorzystania ich właściwości przeciwtleniających i przeciwdrobnoustrojowych w konserwowaniu i przechowywaniu artykułów żywnościowych [6,21,41]. Polska należy do grupy liczących się w świecie producentów surowców zielarskich, w tym przypraw ziołowych, zaś rynek przypraw i ziół jest jednym z dynamicznie rozwijających się branż przemysłu spożywczego w naszym kraju. Warto również wspomnieć, że sztuka leczenia roślinami sięga w Polsce średniowiecza [5, 25].

Świeże surowce zielarskie są nietrwałe ze względu na wysoką zawartość wody, a destrukcyjne działanie wielu zawartych w nich enzymów sprawia, że szczególnie istotne jest przedłużenie trwałości tak cennych surowców. Najbardziej rozpowszechnioną metodą jest suszenie [33]. Suszony produkt daje się łatwo rozdrabniać i mielić i pod taką postacią znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym [27].

Przeprowadzając suszenie ziół należy dobrać takie parametry procesu, aby uzyskać suszony produkt spełniający zarówno wysokie wymagania konsumentów, jak i będący wartościowym surowcem dla wielu branż przemysłu spożywczego. Stąd też w literaturze przedmiotu można znaleźć prace dotyczące suszenia ziół innymi metodami niż metody naturalne (w pomieszczeniach zamkniętych lub na otwartej przestrzeni) lub suszenie konwekcyjne, a mianowicie suszenie: mikrofalowo-podciśnieniowe [12, 13], próżniowe [35] mikrofalowe [8, 26], mikrofalowo-konwekcyjne [31, 32], sublimacyjne [38]. Mimo niewątpliwych zalet wymienionych metod suszenia, ich zastosowanie przemysłowe nie jest zbyt popularne, co wynika m.in. z wysokich kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych [39,40]. Najbardziej rozpowszechnionym sposobem suszenia ziół jest suszenie metodami naturalnymi i konwekcyjne [3, 11, 19, 20, 23]. Zaletą tych metod jest duża wydajność i niskie koszty.

Ważnym aspektem planowania suszenia jest matematyczne modelowanie tego procesu, które umożliwia jego optymalizację [18]. Proces suszenia ziół metodami naturalnymi

Adres do korespondencji – Corresponding author: Krzysztof Górnicki, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Podstaw Inżynierii, ul. Nowoursynowska 164, 02-787 Warszawa, e-mail: krzysztof_gornicki@sggw.pl

i konwekcyjnie opisywano równaniami empirycznymi [2, 23], a w warunkach konwekcji wymuszonej – matematycznym modelem suszenia płaskiej nieskończonej płyty [28]. Modele empiryczne aproksymują jedynie krzywe kinetyczne suszenia, natomiast matematyczne modele pozwalają na wyjaśnienie mechanizmu badanego procesu. Umożliwiają m.in. wyznaczenie współczynnika dyfuzji wody w suszonych ziołach. Współczynnik ten jest miarą wszystkich rodzajów ruchu wody w fazie ciekłej i gazowej występujących w suszonym ciele stałym [1, 10, 14].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wyznaczania współczynnika dyfuzji wody w liściach kolendry suszonej w warunkach konwekcji naturalnej oraz w liściach bazylii, kolendry i w natce pietruszki suszonych w warunkach domowych trzema sposobami: metodą naturalną, w suszarce elektrycznej, w piecyku kuchennym.

Liście kolendry (*Coriandrum sativum* L.) są jednymi z najczęściej używanych ziół. Stosowane są zarówno do celów kulinarnych jak również medycznych. Kolendra jest bogatym źródłem składników odżywczych takich jak: białko, tłuszcze, minerały, błonnik, węglowodany, witaminy C, B₁, B₂, wapń, fosfor, żelazo, β-karoten, tiamina, ryboflawina, sód, potas i kwas szczawiowy. Ma działanie rozkurczowe i przyspieszające trawienie. Kolendrę stosuje się również w przypadku niedyspozycji żołądkowych z niedokwaśnością, we wzdęciach, kolce jelitowej, braku łaknienia. Liście kolendry zawierają również antyoksydanty [8, 23, 26, 34, 36].

Liście bazylii (*Ocimum basilicum* L.) wykazują właściwości przeciwutleniające i przeciwbakteryjne. Zawierają polifenole i karotenoidy (25,8 mg/100 g ś.m.). Bazylia zmniejsza napięcie mięśni gładkich przewodu pokarmowego, pobudza wydzielanie soku żołądkowego, przywraca naturalne ruchy perystaltyczne jelit, zapobiega wzdęciom. Znana już w starożytnej Grecji bazylia swoją nazwę zawdzięcza greckiemu *basileus* – król [7, 25, 33, 36].

Natka pietruszki (*Petroselinum sativum* L.) jest bogatym źródłem witaminy C, jej stężenie osiąga wartość od 122 do 178 mg/100 g części jadalnych. W 100 g liści pietruszki jest poza tym średnio ok. 7 mg karotenu, witaminy z grupy B, 3,16 mg witaminy E, 1000 mg potasu, 41 mg wapnia, 120 mg fosforu. Natka pietruszki poprawia trawienie [27, 29, 33, 36].

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły świeże, zdrowe, całe, o jednolitym stopniu dojrzałości wegetacyjnej liście kolendry, bazylii i pietruszki. Rośliny były kupowane na rynku warszawskim.

Liście kolendry suszono w warunkach laboratoryjnych w następujący sposób. Próbkę o masie 10 g suszono bez przepływu czynnika suszącego w komorowej suszarce konwekcyjnej firmy Memmert UFP 400 w temperaturze powietrza suszącego 25, 35, 45 i 55°C (mierzonej z dokładnością ±0,1°C). Odczyty z wagi precyzyjnej z dokładnością do 0,01 g (waga WPX 650 firmy Radwag) były rejestrowane automatycznie (przy pomocy komputera) co 1 minutę. Pomiary trwały do momentu ustabilizowania się masy zioła. Suszenie powtarzano trzykrotnie.

Suszenie liści kolendry, bazylii i natki pietruszki w warunkach domowych przeprowadzano w następujący sposób.

Suszenie naturalne. Próbkę ziół o masie 10 g rozkładało na warstwie gazy. Powietrze opływało suszony materiał zarówno od dołu jak i od góry. Warunki panujące w pomieszczeniu były następujące: powietrze suche, temperatura przez pierwsze 5 dni ok. 26°C, a w kolejnych dniach 21°C. Zioła ważono dwa razy dziennie o godz. 11⁰⁰ i 19⁰⁰. Suszenie trwało do momentu ustabilizowania się masy zioła.

Suszarka elektryczna. Suszenie odbywało się w suszarce elektrycznej Optimum RK-0129 o mocy 250 W przeznaczonej do suszenia grzybów, owoców, ziół i warzyw. Próbkę ziół o masie 10 g układano na plastikowym, przezroczystym sicie, pod przykryciem. Suszenie było wspomagane dodatkowym nawiewem. Suszarka miała specjalny element grzewczy zabezpieczający przed przegrzewaniem produktów. Pomiar masy podczas suszenia odbywał się w 5-cio minutowych odstępach (wtedy suszarka była wyłączana). Suszenie trwało do momentu ustabilizowania się masy zioła.

Suszenie w piecyku kuchennym. Odważone po 10 g próbki ziół zostały rozłożone na papierze do pieczenia i wsunięte na metalową półkę znajdującą się w piekarniku. Suszenie odbywało się w ok. 50°C (najmniejsza temperatura do uzyskania), przy uchylonych drzwiczkach. Pomiary masy odbywały się w 10-cio minutowych odstępach. Suszenie trwało do momentu ustabilizowania się masy zioła.

Wszystkie pomiary przeprowadzane w warunkach domowych powtarzano trzykrotnie, zaś odczytu masy dokonywano za pomocą wagi WPX 650 firmy Radwag z dokładnością do 0,01 g.

Dla wszystkich przeprowadzonych metod suszenia początkowa i końcowa zawartość wody w ziołach była wyznaczona poprzez suszenie przez 24 h w temperaturze 105°C.

Współczynnik dyfuzji wody D wyznaczano metodą regresji na podstawie równania (1), które opisuje dyfuzję nieustaloną w płycie nieskończonej na podstawie drugiego prawa Ficka [22]:

$$U(t) = \frac{u(t) - u_r}{u_0 - u_r} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-\frac{\pi^2 (2n+1)^2 D t}{4 s^2}\right] \quad (1)$$

przy czym: $u(t)$, u_r , u_0 – zawartość wody odpowiednio: po czasie t , równowagowa, początkowa [kg H₂O/kg s.s.],

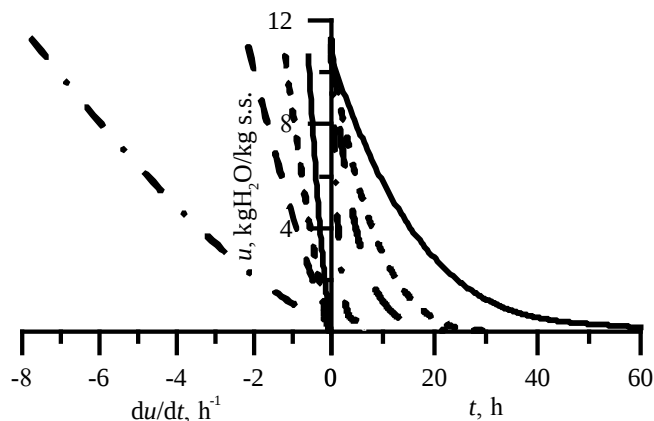
D – współczynnik dyfuzji wody [m²/s],

s – połowa grubości płyty [m].

Równanie (1) zakłada, że ruch wody wewnątrz suszonego ciała jest wyłącznie ruchem dyfuzyjnym, współczynnik dyfuzji wody ma wartość stałą oraz że skurcz suszarniczy jest nieistotny.

Jakość opisu krzywych suszenia uzyskanych z eksperymentu przez równanie (1) określano za pomocą współczynnika korelacji R , średniego błędu kwadratowego RMSE i wartości zredukowanego testu χ^2 [17].

WYNIKI I DYSKUSJA



Rys. 1. Przebieg zmian zawartości wody w funkcji czasu i zmian szybkości suszenia w funkcji zawartości wody dla liści kolendry suszonych w warunkach konwekcji naturalnej w różnych temperaturach: (—) 25°C, (---) 35°C, (- - -) 45°C, (— • —) 55°C.

Fig. 1. Moisture content vs. time and drying rate vs. moisture content for drying of coriander leaves in natural convection at different temperatures: (—) 25°C, (---) 35°C, (- - -) 45°C, (— • —) 55°C.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

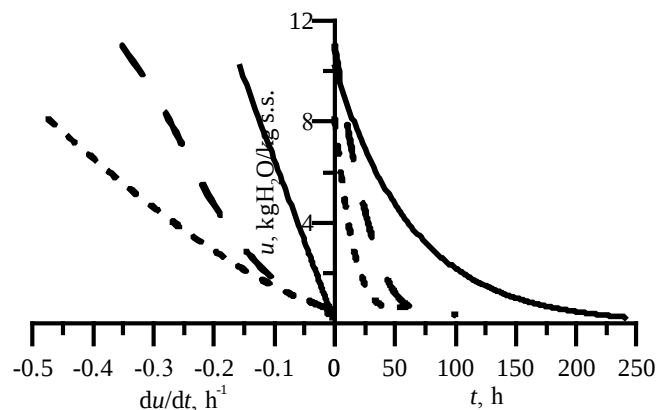
Z przeprowadzonych badań wynika, że temperatura powietrza suszącego wpływa na przebieg procesu suszenia kolendry w warunkach konwekcji naturalnej (rys. 1). Każda z krzywych suszenia $u(t)$ przedstawionych na rysunku 1 jest empiryczną formułą aproksymującą trzy powtórzenia pomiaru zmian zawartości wody w czasie. Każdą z krzywych szybkości suszenia du/dt otrzymano poprzez różniczkowanie nie odpowiedniej krzywej suszenia.

Analiza uzyskanych wyników badań (rys. 1) pozwala na stwierdzenie, że im wyższa jest temperatura suszącego powietrza, tym czas suszenia jest krótszy i tym większa szybkość suszenia. Analogiczną zależność uzyskano m.in. dla: plasterków i sześcianów jabłek [16,18], plasterków marchwi [24], liści mięty [9] i liści kolendry suszonej w temperaturze 45-65°C [4] i w temperaturze 50-80°C [42].

Z rysunku 1 wynika również, że cały proces suszenia liści kolendry przebiega w drugim okresie suszenia, gdyż nie występuje stała szybkość suszenia. Można przyjąć w związku z tym, że głównym mechanizmem przemieszczania się wody podczas procesu suszenia kolendry jest dyfuzja. Analogiczną sytuację zauważyli Ahmed i wsp. [2] i Silva i wsp. [28] dla liści kolendry suszonej w temperaturze 45-80°C oraz Alibas [4] dla liści buraków ćwikłowych.

Na rysunku 2 przedstawiono porównanie przebiegu suszenia liści bazylii i kolendry oraz natki pietruszki w warunkach domowych metodą naturalną. Najszybciej wysycha pietruszka, najwolniej zaś bazylia. Taki przebieg suszenia jest związany z różną budową liści badanych ziół. Liście bazylii są duże, karbowane, grube i mięsiste, natomiast natka pietruszki są to podwójnie lub potrójnie pierzaste, cienkie liście [30]. Z analizowanego rysunku wynika również, że cały

proces suszenia bazylii i pietruszki tak jak i kolendry przebiega w drugim okresie suszenia. Analogiczne zależności uzyskano podczas suszenia badanych ziół w suszarce elektrycznej i w piecyku kuchennym.

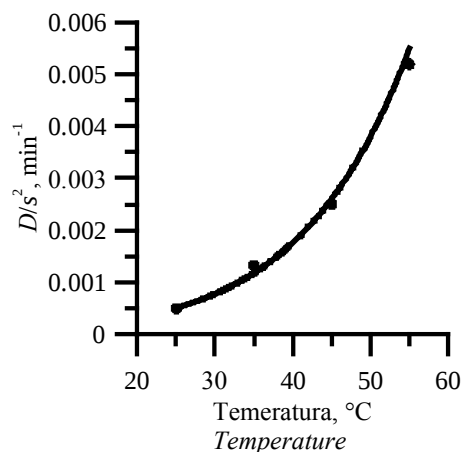


Rys. 2. Przebieg zmian zawartości wody w funkcji czasu i zmian szybkości suszenia w funkcji zawartości wody dla liści: (—) bazylii, (---) kolendry (— - —) pietruszki suszonych metodą naturalną.

Fig. 2. Moisture content vs. time and drying rate vs. moisture content for natural drying of leaves of: (—) basil, (---) coriander, (— - —) parsley.

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 3. Wartość ilorazu współczynnika dyfuzji wody i kwadratu połowy grubości liści kolendry suszonych w warunkach konwekcji naturalnej w zależności od temperatury powietrza suszącego: • wartość wyznaczona metodą regresji na podstawie równania (1), (—) równanie (2).

Fig. 3. The values of ratio of moisture diffusion coefficient to square of coriander leaf half thickness dried in natural convection depending on the drying air temperature: • the values determined from Eq. 1 using regression method, (—) Eq. 2.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Na rysunku 3 przedstawiono zależność między wartością ilorazu współczynnika dyfuzji wody i kwadratu połowy grubości liści kolendry suszonych w warunkach konwekcji

Tabela 1. Wartości D/s^2 i wyniki analizy statystycznej modelowania kinetyki suszenia liści kolendry w warunkach konwekcji naturalnej

Table 1. The values of D/s^2 and results of statistical analyses on the modelling of coriander leaves in natural convection

Temperatura °C Temperature °C	D/s^2 , min ⁻¹ z (1) from Eq. 1	R	RMSE	χ^2	D/s^2 , min ⁻¹ z (2) from Eq. 2	R	RMSE	χ^2
25	0,00049	0,9947	0,0770	0,0060	0,00050	0,9942	0,0609	0,0037
35	0,00132	0,9784	0,1052	0,0111	0,00117	0,9876	0,1112	0,0124
45	0,00250	0,9658	0,0610	0,0037	0,00260	0,9611	0,2077	0,0432
55	0,00520	0,9939	0,0301	0,0009	0,00549	0,9945	0,0829	0,0069

Źródło: Badania własne

Source: The own study

naturalnej a temperaturą powietrza suszącego. Wzrost temperatury powodował przyspieszenie procesu dyfuzji wody z suszonego materiału. Wzrost współczynnika dyfuzji wody wraz z temperaturą suszenia uzyskali m.in. Kaleta i wsp. [18] dla plasterków jabłek, Silva i wsp. [28] dla liści i łożdąg kolendry (50-80°C), Wiktor i wsp. [37] dla liści oregano i Zielińska i Markowski [42] dla sześcianów marchwi. Otrzymane w pracy wartości D/s^2 zmieniające się od $4,9 \times 10^{-4}$ do $5,2 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ (25-55°C) są nieco większe od otrzymanych przez Silva i wsp. [28] dla liści kolendry ($1,612 \times 10^{-4}$ – $1,110 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ w zakresie temperatur 50-80°C).

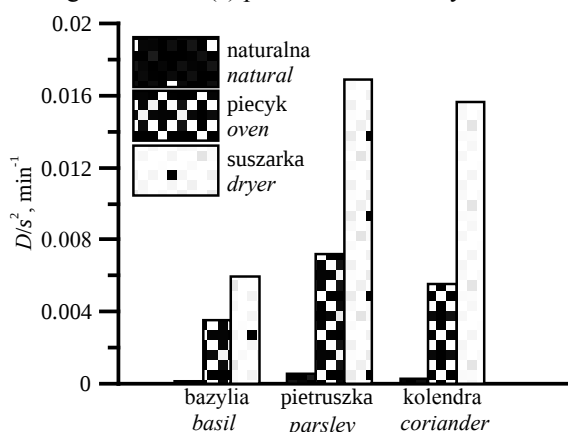
Do opisu zależności między parametrem D/s^2 a temperaturą wykorzystano często stosowaną formułę typu równania Arrheniusa [15]:

$$\frac{D}{s^2} = D_0 \exp\left(-\frac{A}{BT}\right) \quad (2)$$

przy czym: D_0 , A , B – współczynniki,

T – temperatura [K].

Wyznaczone metodą regresji współczynniki wynoszą: $D_0 = 115862601,00 \text{ min}^{-1}$, $A = 9488,00$, $B = 1,22 \text{ K}^{-1}$, a przebieg uzyskanego równania (2) przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 4. Wartość ilorazu współczynnika dyfuzji wody i kwadratu połowy grubości liści bazylii, pietruszki i kolendry w zależności od metod suszenia.

Fig. 4. The values of ratio of moisture diffusion coefficient to square of leaves of basil parsley, and coriander half thickness depending on the drying methods.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Z analizy statystycznej przeprowadzonej w tabeli 1 wynika, że matematyczny model dyfuzji nieustalonej w płycie nieskończonej dobrze opisuje proces suszenia liści kolendry w warunkach konwekcji naturalnej.

Z analizy rysunku 4 wynika, że dla trzech suszonych ziół: bazylii, pietruszki i kolendry wartości D/s^2 są najmniejsze podczas suszenia metodą naturalną, największe zaś dla suszenia w suszarce. Pietruszka wykazuje największe wartości D/s^2 dla odpowiednich metod suszenia, bazylija zaś najmniejsze, co jest związane z różną budową liści omawianych ziół. Wartości omawianego parametru dla kolendry suszonej metodą naturalną (21-26°C) i w piecyku (ok. 50°C) są porównywalne do otrzymanych w odpowiednich temperaturach dla kolendry suszonej w warunkach konwekcji naturalnej (rys. 3).

Tabela 2. Wartości D/s^2 i wyniki analizy statystycznej modelowania kinetyki suszenia liści bazylii, pietruszki i kolendry

Table 2. The values of D/s^2 and results of statistical analyses on the modelling of basil, parsley, and coriander leaves

Metoda suszenia Drying method	Rodzaj zioła Herb kind	D/s^2 , min ⁻¹ z (1) from Eq. 1	R	RMSE	χ^2
naturalna natural	bazylija basil	0,00015	0,9951	0,0822	0,0069
	pietruszką parsley	0,00055	0,9977	0,0911	0,0087
	kolendra coriander	0,00026	0,9975	0,0879	0,0080
piecyk oven	bazylija basil	0,00354	0,9984	0,1608	0,0261
	pietruszką parsley	0,00717	0,9975	0,1296	0,0171
	kolendra coriander	0,00557	0,9992	0,1518	0,0235
suszarca dryer	bazylija basil	0,00593	0,9996	0,1420	0,0205
	pietruszką parsley	0,01690	0,9916	0,1224	0,0155
	kolendra coriander	0,01572	0,9932	0,1213	0,0152

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Z analizy statystycznej przeprowadzonej w tabeli 2 wynika, że matematyczny model dyfuzji nieustalonej w płycie nieskończonej dobrze opisuje proces suszenia liści bazylii, pietruszki i kolendry w warunkach domowych metodą naturalną, w suszarce elektrycznej i w piecyku kuchennym.

Prezentowane w artykule wyniki badań mogą być wykorzystane w praktyce. Znajomość przebiegu zjawisk fizycznych w czasie usuwania wody z materiałów biologicznych jest niezbędna do właściwego projektowania instalacji oraz doboru warunków suszenia odpowiednich dla rodzaju suszonych materiałów.

WNIOSKI

1. Czas suszenia liści kolendry w warunkach konwekcji naturalnej maleje (z 60 h w temperaturze 25°C do 7 h w temperaturze 55°C) a szybkość suszenia rośnie wraz ze wzrostem temperatury powietrza suszącego (początkowa szybkość suszenia w temperaturze 25°C – 0,6 h⁻¹, a w temperaturze 55°C – 7,7 h⁻¹).
2. Z porównania przebiegu suszenia liści bazylii i kolendry oraz natki pietruszki wynika, że najszybciej wysycha pietruszka (80 h), najwolniej zaś bazylia (240 h), co jest związane z budową liści badanych ziół.
3. Cały proces suszenia liści bazylii, kolendry i natki pietruszki przebiega w drugim okresie suszenia i może być opisany matematycznym modelem dyfuzji nieustalonej w płycie nieskończonej.
4. Współczynnik dyfuzji wody w suszonych liściach badanych ziół rośnie ze wzrostem temperatury suszenia. Iloraz współczynnika dyfuzji wody i kwadratu połowy grubości liścia kolendry zmienia się od 0,00049 min⁻¹ w temperaturze 25°C do 0,00520 min⁻¹ w temperaturze 55°C.
5. Zależność między ilorazem współczynnika dyfuzji wody i kwadratu połowy grubości liści kolendry, suszonych w warunkach konwekcji naturalnej a temperaturą powietrza suszącego może być opisana za pomocą równania Arrheniusa.

LITERATURA

- [1] AGHBASHLO M., H. SAMIMI-AKHJAHANI. 2008. „Influence of drying conditions on the effective moisture diffusivity, energy of activation and energy consumption during the thin-layer drying of berberis fruit (Berberidaceae)”. *Energy Conversion and Management* 49(10): 2865-2871.
- [2] AHMED J., U. S. SHIVHARE, G. SINGH. 2001. „Drying characteristics and product quality of coriander leaves”. *Food and Bioproducts Processing* 79(2): 103-106.
- [3] AKPINAR E. K. 2006. „Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of some aromatic plants”. *Journal of Food Engineering* 77(4): 864-870.
- [4] ALIBAS I. 2006. „Characteristics of chard leaves during microwave, convective, and combined microwave-convective drying”. *Drying Technology* 24(11): 1425-1435.
- [5] BERTHOLD-PLUTA A., D. KURZYŃSKA. 2010. „Jakość mikrobiologiczna rynkowych przypraw i ziół”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 42-46.
- [6] CZERWIŃSKA E., A. SZPARAGA. 2015. „Antibacterial and antifungal activity of plant extracts”. *Annual Set the Environment Protection* 17: 209-229.
- [7] DEMIRHAN E., B. ÖZBEK. 2010. „Microwave-drying characteristics of basil”. *Journal of Food Processing and Preservation* 34(3): 476-494.
- [8] DIVYA P., B. PUTHUSSERI, B. NEELWARNE. 2012. „Carotenoid content, its stability during drying and the antioxidant activity of commercial coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties”. *Food Research International*: 45, 342-350.
- [9] DOYMAZ I. 2005. „Thin-layer drying behaviour of mint leaves”. *Journal of Food Engineering* 74: 370-375.
- [10] EVIN D. 2011. „Microwave drying and moisture diffusivity of white mulberry: experimental and mathematical modeling”. *Journal of Mechanical Science and Technology* 25(10): 2711-2718.
- [11] FATOUH M., M. N. METWALLY, A. B. HELALI, M. H. SHEDID. 2006. „Herbs drying using a heat pump dryer”. *Energy Conversion and Management* 47(15): 2629-2643.
- [12] JAŁOSZYŃSKI K., A. FIGIEL, A. WOJDYŁO. 2008. „Drying kinetics and antioxidant activity of oregano”. *Acta Agrophysica* 11(1): 81-90.
- [13] JAŁOSZYŃSKI K., M. SZARYCZ, B. JAROSZ. 2006. „Wpływ suszenia konwekcyjnego i mikrofalowo-podciśnieniowego na zachowanie związków aromatycznych w pietruszce naciowej”. *Inżynieria Rolnicza* 12(87): 209-215.
- [14] KALETA A. 1996. Modelowanie procesu konwekcyjnego suszenia ziarna w silosach. Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa: 24.
- [15] KALETA A., K. GÓRNICKI. 2002. „Niektóre zagadnienia dotyczące modelowania procesu konwekcyjnego suszenia warzyw i owoców”. *Postępy Nauk Rolniczych XLIX/LIV*, 4/298: 141-154.
- [16] KALETA A., GÓRNICKI K. 2010. „Evaluation of drying models of apple (var. McIntosh) dried in a convective dryer”. *International Journal of Food Science and Technology* 45: 891-898.
- [17] KALETA A., K. GÓRNICKI. 2010. „Some remarks on evaluation of drying models of red beet particles”. *Energy Conversion and Management* 51(12): 2967-2978.
- [18] KALETA A., K. GÓRNICKI, R. WINICZENKO, A. CHOJNACKA. 2013. „Evaluation of drying models of apple (var. Ligol) dried in a fluidized bed dryer”. *Energy Conversion and Management* 67: 179-185.
- [19] KAUR P., A. KUMAR, S. ARORA, B. S. GHUMAN. 2006. „Quality of dried coriander leaves as affected by pretreatments and method of drying”. *European Food Research and Technology* 223: 189-194.

- [20] **KAYA A., O. AYDIN. 2009.** „An experimental study on drying kinetics of some herbal leaves”. *Energy Conversion and Management* 50(1): 118-124.
- [21] **LANG Q., C. M. WAI. 2001.** „Supercritical fluid extraction in herbal and natural product studies—a practical review”. *Talanta* 53(4): 771-782.
- [22] **PABIS S., D. S. JAYAS, S. CENKOWSKI. 1998.** *Grain drying. Theory and practice.* John Wiley & Sons, Inc. New York: 51-53.
- [23] **PANWAR N. L. 2014.** „Experimental investigation on energy and exergy analysis of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves drying in natural convection solar dryer”. *Applied Solar Energy* 50(3): 133-137.
- [24] **PRAKASH S., S. K. JHA, N. DATTA. 2004.** „Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers”. *Journal of Food Engineering* 62: 305-313.
- [25] **PRZEOR M., E. FLACZYK. 2014.** „Porównanie aktywności przeciwutleniającej przypraw ziołowych stosowanych w kuchni polskiej i suszu liści morwy białej”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1: 56-60.
- [26] **SARIMESELI A. 2011.** „Microwave drying characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves”. *Energy Conversion and Management* 52: 1449-1453.
- [27] **SHAW M., V. MEDA V., Jr. TABIL, A. OPOKU A. 2007.** „Drying and color characteristics of coriander foliage using convective thin-layer and microwave drying”. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 41(2): 56-65.
- [28] **SILVA A. S., F. de A.C. ALMEIDA, E. E. LIMA, F. L. H. SILVA, J. P. GOMES. 2008.** „Drying kinetics of coriander (*Coriandrum sativum*) leaf and stem”. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria* 6(1): 13-19.
- [29] **SOYSAL Y., S. ÖZTEKIN, Ö. EREN. 2006.** „Microwave drying of parsley: modelling, kinetics and energy aspects”. *Biosystems Engineering* 93(4): 403-413.
- [30] **SZWEYKOWSKA A., J. SZWEYKOWSKI. 1993.** *Botanika.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [31] **ŚLEDŹ M., M. NOWACKA M., A. WIKTOR A., D. WITROWA-RAJCHERT D. 2013.** „Selected chemical and physico-chemical properties of microwave-convective dried herbs”. *Food and Bioproducts Processing* 91(4): 421-428.
- [32] **ŚLEDŹ M., D. WITROWA-RAJCHERT. 2012.** „Influence of microwave-convective drying on chlorophyll content and colour of herbs”. *Acta Agrophysica* 19(4): 865-876.
- [33] **ŚLEDŹ M., D. WITROWA-RAJCHERT. 2012.** „Składniki biologicznie czynne w suszonych ziołach – czy ciągle aktywne?”. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych* 61(2): 319-329.
- [34] **ŠEDO A., J. KREJČA. 1988.** *Rośliny źródłem przypraw.* Wyd. II. PWRiL Warszawa: 70, 116.
- [35] **THIRUGNANASAMBANDHAM K., V. SIVAKUMAR. 2015.** „Enhancement of shelf life of *Coriandrum sativum* leaves using vacuum drying process: Modeling and optimization”. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*: 1-7.
- [36] **WIECZOREK-CHEŁMIŃSKA Z. 2000.** „Nowoczesna dietetyczna książka kucharska”. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa: 21, 62-64.
- [37] **WIKTOR A., K. ŁUCZYWEK, D. WITROWA-RAJCHERT, M. HANKUS, K. KRÓLIKOWSKI. 2013.** „Aproksymacja krzywych kinetycznych suszenia mikrofalowo-konwekcyjnego liści oregano wybranymi równaniami”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 573: 61-73.
- [38] **WITROWA-RAJCHERT D., M. HANKUS, E. PAWLAK. 2009.** „Wpływ metody suszenia na zawartość chlorofilu i barwę oregano oraz bazylii”. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* 48(1): 70-71.
- [39] **WOJDALSKI J., B. DRÓŹDŹ. 2012.** „Efektywność energetyczna zakładów przemysłu spożywczego. Zarys problematyki i podstawowe definicje”. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego* 3(3): 37-49.
- [40] **WOJDALSKI J., B. DRÓŹDŹ, A. RAUZER. 2008.** „Analiza zużycia energii i wody w zakładzie przetwórstwa zielarskiego”. *Inżynieria Rolnicza* 1(99): 419-424.
- [41] **WÓJCIK-STOPCZYŃSKA B., P. JAKOWIENKO, D. JADCZAK. 2010.** „Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia świeżej bazylii i mięty”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(71): 122-131.
- [42] **ZIELIŃSKA M., M. MARKOWSKI. 2007.** „Drying behaviour of carrots dried in spout-fluidized bed Ryder”. *Drying Technology* 25: 261-270.

Dr hab. inż. Katarzyna SZWEDZIAK prof.PO

Mgr inż. Ewa POLAŃCZYK

Dr inż. Monika DĄBROWSKA-MOLENDA

Inż. Marta KOCEMBA

Katedra Inżynierii Biosystemów, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska

KOMPONOWANIE SKŁADNIKÓW DO WYPIEKU CHLEBA METODĄ TRADYCYJNĄ®

Composing ingredients for baking bread the traditional way®

Słowa kluczowe: chleb, analiza obrazu, ocena sensoryczna, receptury wypieku.

Chleb jest jednym z podstawowych produktów, jakie występują w codziennej diecie człowieka. Składa się on przede wszystkim z mąki pszennej lub żytniej, wody, soli i drożdży. Otrzymuje się go przez wypiek ciasta spulchnionego za pomocą środków chemicznych lub w wyniku fermentacji. W zależności od sposobu prowadzenia ciasta i rodzaju użytej mąki rozróżnia się następujące grupy pieczywa: pieczywo pszenne, pieczywo żytnie oraz pieczywo mieszane. W artykule przedstawiona została ocena jakości chlebów po wypieku przy wykorzystaniu podstawowych cech sensorycznych oraz komputerowej analizy obrazu. Po przeprowadzeniu oceny jakości wypieczonych chlebów przy wykorzystaniu cech sensorycznych oraz komputerowej analizy obrazu uzyskano zróżnicowane wyniki.

Key words: bread, image analysis, sensory evaluation, baking recipes.

The bread is one of the basic products that occur in the daily human diet. It consists predominantly of wheat or rye flour, water, salt and yeast. It is obtained by baking an aerated dough by chemical means or by fermentation. Depending on the manner of cakes and the type of flour used distinguishes between the following groups of bread: wheat bread, rye bread and mixed bread.

The article presents the assessment of the quality of bread after baking using basic sensory attributes and image analysis. Following the evaluation of the quality of the baked loaves using sensory attributes and image analysis obtained different results.

WSTĘP

Pieczywo jest jednym z podstawowych produktów, występujących w codziennej diecie człowieka. Pod tym terminem kryje się bardzo duża liczba różnorodnych produktów. Łączy je wspólna cecha, mianowicie to, że otrzymywane są poprzez wypiek ciasta spulchnionego za pomocą środków chemicznych lub w wyniku fermentacji. Obróbka termiczna ma na celu utrwalenie kształtu, struktury porowatej oraz zmianę surowego ciasta, trudno przyswajalnego przez organizm ludzki. Pieczywo wytwarzane jest głównie z mąki pszennej i żytniej. Niezbędne do uzyskania produktów piekarskich są też: woda, sól kuchenna, drożdże oraz składniki, które mają na celu polepszenie wartości wypiekowej i wzbogacenie wartości odżywczej. Można zastosować również polepszacze w celu polepszenia wyglądu, tekstury mięszki, zapachu oraz smaku [3, 4].

Wszystkie rodzaje pieczywa odznaczają się wieloma walorami. Do najwyższej cenionych walorów należą: sytność, podzielność, trwałość i powszechność. Ważne są również walory smakowe i zapachowe [5].

Na sytność pieczywa wpływa jego skład chemiczny. Produkty te składają się z białek i węglowodanów, szybko przyswajalnych przez organizm, dzięki łatwej strawności [2].

Podzielność pieczywa polega na tym, że można je łatwo dzielić i każda jego część jest jadalna i łatwo przyswajalna. Podział odbywa się bez wstępnych zabiegów, koniecznych w przypadku wielu innych produktów spożywczych. Podczas podziału pieczywa, czyli przy krajaniu czy łamaniu, powstaje niewielka ilość okruszków [5].

Pieczywo odznacza się stosunkowo dużą trwałością. Z upływem czasu ulega pewnym zmianom, które nazywa się starzeniem. Proces ten powoduje wysychanie i czerstwienie produktów piekarskich. Mimo to nawet starzejące się pieczywo nadaje się jeszcze do spożycia. Po spożyciu nawet bardzo starego pieczywa, nie występują ciężkie zatrucia pokarmowe. Niektóre gatunki wyrobów piekarskich poddawane są specjalnym zabiegom utrwalającym, np. suszeniu (w wyniku czego powstają sucharki), lub produkuje się specjalne gatunki pieczywa trwałego. W nielicznych przypadkach starsze produkty piekarskie mogą być niejadalne, np. przy zakażeniu przez szkodniki, rozwoju pleśni i bakterii, zwłaszcza pałeczki siennej, która rozwija się głównie w okresie letnim w chlebie pszennym [1, 5].

Wiele produktów spożywczych wymaga wstępnej obróbki kulinarnej, dzięki której zdobywają swą gotowość do spożycia. Pieczywo natomiast może być spożywane bezpośrednio, bez żadnych zabiegów wstępnych. Ze względu na

walory smakowe i zapachowe spożywa się je ze wszystkimi innymi produktami oraz potrawami [2].

Ważną cechą wyrobów piekarskich jest ich powszechność, czyli dostępność. Obecnie pieczywo można kupić w każdym sklepie spożywczym, a jego cena, szczególnie cena chleba, również jest przystępna dla każdego [5].

Pieczywo, jak każdy inny produkt spożywczy, posiada swoje wady i zalety. Jedną z cech ujemnych, zwłaszcza chleba, jest to, że posiada stosunkowo dużą zawartość wody, przeciętnie 42-48%, która stanowi tzw. balast. Kolejną wadą jest to, że pieczywo posiada dużą objętość, co utrudnia jego magazynowanie i transport. Jest też produktem delikatnym, przez co wymaga szczególnej opieki podczas transportu i magazynowania, ponieważ nie znosi wstrząsów, energicznego przekładania ani rzucania. Wymienione cechy ujemne pieczywa nie wpływają jednak negatywnie na jego wartości użytkowe, wręcz przeciwnie, ponieważ niektóre z nich, jak delikatność czy duża objętość, świadczą o jego dobrej jakości [1, 2].

W zależności od sposobu prowadzenia ciasta rozróżnia się następujące grupy pieczywa:

- Pieczywo pszenne drożdżowe (zwykłe, wyborowe, półcukiernicze, ciastkarskie);
- Pieczywo żytnie – na kwasie (z mąki jasnej, z mąki ciemnej, specjalne);
- Pieczywo mieszane – wyroby pszenno-żytnie i żytnio-pszenne (z mąki pszennej i żytniej na drożdżach, z mąki pszennej i żytniej na drożdżach z dodatkiem zakwasu, z mąki żytniej i pszennej na zakwasie, z mąki żytniej i pszennej na zakwasie z dodatkiem drożdży, specjalne) [2, 5].

Podział ten świadczy o tym, że produkcja pieczywa z ciasta pszennego i żytniego jest znacznie zróżnicowana. Odnosi się to zarówno do samych metod obróbki, jak i do właściwości ciast żytnich i pszennych a także mieszanych. Trzecia grupa wyrobów z ciasta pszenno-żytniego i żytnio-pszennego jest właściwie grupą wspólną, która wywodzi się z grupy pierwszej (pszennej) lub drugiej (żytniej). Pieczywo pszenno-żytnie ma cechy towaroznawcze zbliżone do pieczywa pszennego, natomiast żytnio-pszenne do żytniego. W obu tych grupach pieczywa mieszanego występują procesy i operacje technologiczne, istotne dla produkcji ciasta żytniego lub pszennego, ze względu na przewagę w nich mąki żytniej lub pszennej [5, 6].

Ważne jest jednak stosowanie tradycyjnych technologii, opartych na naturalnych procesach fermentacyjnych. Dzięki temu można wyjść naprzeciw oczekiwaniom świadomych konsumentów, którzy poszukują produktów bogatych w składniki odżywcze, zaspakajających potrzeby energetyczne organizmu, a także pozwalających zapobiegać chorobom cywilizacyjnym, wspomagających układ odpornościowy, a przez to opóźniających procesy starzenia się organizmu [1].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących oceny jakości chleba wypiekanego metodą tradycyjną oraz opracowanych receptur do wypieku chleba. Do oceny jakości wypieczonych chlebów według proponowanej metodyki wykorzystano tradycyjne cechy sensoryczne oraz komputerową analizę obrazu.

METODYKA BADAŃ

Receptury do wypieku chleba

Badania polegały na wypieczeniu trzech różnych chlebów: chleb pszenno-razowy ze słonecznikiem i siemieniem lnianym oraz chleba pszenno-razowego ze słonecznikiem i siemieniem lnianym oraz chleba razowego, według podanych receptur.

Chleb pszenno-razowy – składniki potrzebne do wypieku chleba pszenno-razowego ze słonecznikiem i z siemieniem lnianym: 400g mąki pszennej typ 650, 400ml ciepłej wody, 40g świeżych drożdży, 12g cukru, 6g soli, 50g słonecznika, 50g sezamu.



Rys. 1. Chleb pszenno-razowy ze słonecznikiem i sezamem.

Fig. 1. Wheat bread with sunflower seeds and sesame seeds.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Chleb pszenno-razowy – składniki potrzebne do wypieku chleba pszenno-razowego ze słonecznikiem i siemieniem lnianym: 300g mąki pszennej razowej typ 2000, 100g mąki żytniej jasnej typ 720, 100g mąki pszennej chlebowej typ 650, 12g soli, 50g drożdży świeżych, 450ml letniej wody, 6g cukru, 80 g słonecznika, 80g siemienia lnianego.



Rys. 2. Chleb pszenno-razowy ze słonecznikiem i siemieniem lnianym (opracowanie własne).

Fig. 2. Bread wheat-rye with sunflower and linseed (own work).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Chleb razowy – składniki potrzebne do wypieku chleba razowego: 115g mąki pszennej typ 750, 225g mąki razowej chlebowej, 6g soli, 3g cukru, 10g świeżych drożdży, 15g miękkiego masła, 225ml ciepłej wody.



Rys. 3. Chleb razowy.

Fig. 3. Wholemeal bread.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Proponowaną recepturą była gotowa mieszanka ziaren do wypieku chleba czysto ziarnistego Whole&Pure. Składała się ona z: płatków owsianych, ziaren słonecznika, nasion lnu, płatków sojowych, błonnika, pestek dyni, sezamu, preparowanego ziarna żyta, preparowanego ziarna orkisz, kielków żytnich słodowanych, wraz z dodatkiem przypraw mielonych. Zawartość ziaren wynosiła 42%, a masa netto mieszanki 250g. Produkt ten był bogaty w błonnik pokarmowy (34g), białko (26,80g), kwasy tłuszczowe nienasycone (7,40g), kwasy tłuszczowe wielonienasycone (13,10g). Stanowił źródło kwasów tłuszczowych omega-3 (2,16g) oraz posiadał niską zawartość cukrów (0,70g).

Mieszanka nie zawierała mąki i drożdży. Wystarczyło dodać do niej jedynie wodę, olej oraz miód. Chleb wybrałam według następującej receptury: mieszanka ziaren do wypieku chleba czysto ziarnistego Whole&Pure 250g, woda 230ml, olej roślinny 20g, miód naturalny 20g, sól 6g.

Ocena jakości chleba po wypieku

Jakość poszczególnych chlebów po wypieku oceniana była organoleptycznie, a więc metodami sensorycznymi, które dostępne są dla konsumenta. Wyniki w dużym stopniu zależały od wrażliwości i umiejętności osoby oceniającej.

Ocenie podlegał: wygląd zewnętrzny, sprawdzenie skórki i miękisz oraz smak i zapach. Do określenia oceny organoleptycznej pieczywa zastosowano skalę punktową od 1 do 5, gdzie 1 oznacza ocenę najgorszą, a 5 najlepszą. Każda oceniana cecha była określona odpowiednią liczbą punktów, których suma decydowała o klasie jakości: niedostateczna (IV), dostateczna (III), dobra (II), bardzo dobra (I).

Chleby były oceniane według następującej kolejności:

1. chleb pszenny ze słonecznikiem i sezamem;
2. chleb pszenno-razowy ze słonecznikiem i siemieniem lnianym;

3. chleb razowy;
4. chleb czystoziarnisty.



Rys. 4. Kromki chlebów po wystudzeniu – od lewej: czysto ziarnisty, razowy, pszenny, pszenno-razowy.

Fig. 4. Bread slices after cooling – from left: grainy, whole wheat, wheat, wheat-rye.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela 1. Ocena organoleptyczna chlebów po wypieku z zastosowaniem skali punktowej

Table 1. Organoleptic assessment of bread after baking using a point scale

Wskaźnik jakości pieczywa		Rodzaj chleba			
		Pszenny	Pszenno-razowy	Razowy	Czysto ziarnisty
Wygląd zewnętrzny		2	2	3	4
Skórka	Barwa	2	3	3	4
	Grubość	4	3	3	3
Mięksiz		1	2	4	3
Smak i zapach		3	4	3	4
Suma punktów		11	14	16	18
Poziom jakości pieczywa		IV	III	III	II

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Cechy chlebów określone metodą sensoryczną:

Chleb pszenny: dobrze wyrośnięty, słabo wypieczony, skórka dość blada, lekko zdeformowana górna powierzchnia, bez zabrudzeń, bez zagnieć, brak grudek mąki i soli, skórka przylegająca do miękisz, mięksiz lekko wilgotny, pory niewyrównane.

Chleb pszenno – razowy: dobrze wyrośnięty, dobrze wypieczony, bez zabrudzeń, bez zagnieć, lekko pęknięta boczna ścianka (wzdłuż formy), brak grudek mąki i soli, skórka przylegająca do miękisz, lekko kruszący się mięksiz, pory średnio wyrównane.

Chleb razowy: dobrze wyrośnięty, dobrze wypieczony, bez zabrudzeń, bez zagnieć, widoczne pęknięcia bocznych ścianek, brak grudek mąki i soli, skórka przylegająca do miękisz, pory dobrze wyrównane.

Chleb czystoziarnisty: dobrze wypieczony, bez zabrudzeń, bez zagnieceń, brak grudek mąki i soli, skórka przylegająca do miąższu, pory średnio wyrośnięte.

Ocena za pomocą komputerowej analizy obrazu

Komputerowa analiza obrazu polegała na wykonaniu serii zdjęć cyfrowych kromek badanych chlebów i poddaniu ich analizie w aplikacji komputerowej APR. Program ten miał za zadanie określić stosunek grubości skórki do miąższu. Z każdego chleba ukrojono po cztery kromki i poddano je analizie. Niżej przedstawione zostały przykładowe zdjęcia analizy badanych produktów oraz wyniki.

Pierwszym krokiem było wykonanie zdjęć w formacie bmp.



Rys. 5. Chleb pszeniczny – przykładowe okno dialogowe programu APR do oceny grubości skórki chleba.

Fig. 5. Wheat bread – sample dialog APR program to evaluate the thickness of the crust of bread.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Drugim krokiem było nauczenie programu rozpoznawania barw.



Rys. 6. Chleb pszeniczny – okno dialogowe programu APR do rozpoznawania barw.

Fig. 6. Wheat bread - dialog APP program to recognize colors.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

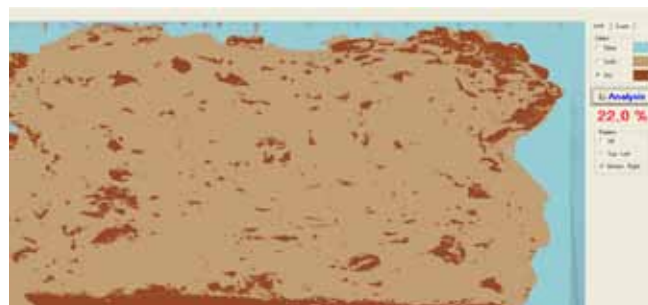
Tabela 2. Chleb pszeniczny – wyniki

Table 2. Wheat bread – results

Nr próbki	Grubość skórki w stosunku do miąższu[%]
1	22
2	18
3	19
4	20
Średnia	19,75

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 7. Chleb pszeniczny – ocena grubości skórki chleba.

Fig. 7. Wheat bread – assessment thick crust of bread.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 8. Chleb czystoziarnisty – okno dialogowe programu APR do rozpoznawania barw.

Fig. 8. Grainy bread – dialog APP program to recognize colors.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 9. Chleb czystoziarnisty – ocena grubości skórki chleba.

Fig. 9. Grainy bread – assessment thick crust of bread.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela 3. Chleb czystoziarnisty – wyniki

Table 3. Grainy bread - results

Nr próbki	Grubość skórki w stosunku do miąższu[%]
1	14,3
2	10,1
3	8,6
4	2,9
Średnia	9,98

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 10. Chleb pszenno-razowy – okno dialogowe programu APR do rozpoznawania barw.

Fig. 10. Bread wheat-rye – dialog APP program to recognize colors.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 11. Chleb pszenno-razowy – ocena grubości skórki chleba.

Fig. 11. Bread wheat-rye – assessment thick crust of bread.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela 4. Chleb pszenno-razowy – wyniki

Table 4. Wheat bread-wholemeal – results

Nr próbki	Grubość skórki w stosunku do miękkiszu[%]
1	33,2
2	26,9
3	33
4	25,7
Średnia	29,7

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela 5. Chleb razowy – wyniki

Table 5. Wholemeal bread – results

Nr próbki	Grubość skórki w stosunku do miękkiszu[%]
1	43,7
2	40
3	41
4	38,9
Średnia	40,9

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 12. Chleb razowy – okno dialogowe programu APR do rozpoznawania barw.

Fig. 12. Wholemeal bread – dialog APP program to recognize colors.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys.13. Chleb razowy – ocena grubości skórki chleba.

Fig. 13. Wholemeal bread – assessment thick crust of bread.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

ANALIZA I DYSKUSJA WYNIKÓW

Ocenie jakości poddane zostały cztery chleby: chleb pszenny ze słonecznikiem i sezamem, chleb pszenno – razowy ze słonecznikiem i siemieniem lnianym, chleb razowy oraz chleb czysto-ziarnisty. Trzy pierwsze były wyrobione od podstaw według receptur, natomiast czwarty chleb został wytworzony z gotowej mieszanki ziaren zakupionej w sklepie. Jakość poszczególnych chlebów po wypieku oceniana była za pomocą komputerowej analizy obrazu oraz organoleptyczna, a więc metodami sensorycznymi, które dostępne są dla konsumenta. Ocena w dużym stopniu zależała od wrażliwości i umiejętności osoby oceniającej. Ocena sensoryczna polegała na zbadaniu danych bochenków chlebów pod względem: wyglądu zewnętrznego, skórki i miękkiszu oraz smaku i zapachu. Wyniki oceny organoleptycznej przedstawiono w tabeli 1.

Ocena sensoryczna wykazała, że żaden z chlebów nie uzyskał bardzo dobrej jakości (I). Najlepiej zaprezentował się chleb czysto ziarnisty z gotowej mieszanki ziaren. Użył on łączną sumę punktów – 18, dzięki czemu znalazł się w klasie dobrej jakości (II). Chleb ten był dobrze wypieczony, pozbawiony wszelkich zabrudzeń i zagnieceń, nie posiadał żadnych uszkodzeń mechanicznych skórki oraz miękkiszu, miał właściwy kształt oraz przyjemny zapach i apetyczny smak, skórka przylegała do miękkiszu, a pory były średnio wyrównane.

Drugi pod względem jakości okazał się chleb razowy. Uzyskał on łączną sumę punktów – 16, a tym samym znalazł się w dostatecznej klasie jakości (III). Chleb ten był dobrze wyrośnięty oraz dobrze wypieczony, pozbawiony wszelkich zabrudzeń i zagnieceń, nie znaleziono w nim również grudek mąki ani soli, skórka dobrze przylegała do miękiszu. Pieczywo to posiadało najlepiej wyrównane pory oraz przyjemny zapach. Jedynymi minusami były widoczne pęknięcia bocznych ścianek (wzdłuż formy) oraz mdły smak. Uszkodzenia powierzchni bocznych mogły być spowodowane nadmiernym zwilżeniem kęsa wodą w czasie rozrostu. Doprowadziło to do zbytniego zmiękczenia ciasta w tym miejscu, a tym samym uczyniło je skłonny do zrywania podczas pierwszej fazy wypieku. Mdły smak mógł być rezultatem dodania zbyt małej ilości soli do wyrabianego ciasta.

Trzecim pod względem jakości okazał się chleb pszenno – razowy ze słonecznikiem i siemieniem lnianym. Podobnie jak chleb razowy znalazł się w dostatecznej klasie jakości (III), jednak z mniejszą sumą punktów, która wynosiła 14. Chleb ten był dobrze wyrośnięty i dobrze wypieczony, nie posiadał zabrudzeń ani zagnieceń, nie wykryto w nim grudek mąki ani soli, skórka dobrze przylegała do miękiszu, pory były średnio wyrównane. Minusem była natomiast pęknięta ścianka boczna (wzdłuż formy), która powstała podczas oddzielania chleba od formy oraz lekko kruszący się miękisz. Mogło to być spowodowane nieostrożnym obchodzeniem się z chlebem po wypieku oraz zbyt wczesnym oddzieleniem go od formy – gdy nie był jeszcze dokładnie wystudzony.

Najgorzej zaprezentował się chleb pszenny ze słonecznikiem i sezamem. Uzyskał on jedynie łączną sumę punktów – 11, a tym samym zakwalifikował się do niedostatecznej klasy jakości (IV). Był dobrze wyrośnięty, nie posiadał zabrudzeń, zagnieceń oraz grudek mąki i soli, a skórka przylegała do miękiszu i posiadała odpowiednią grubość. Został on jednak słabo wypieczony, przez co jego miękisz stał się lekko wilgotny i niezbyt przyjemny w smaku. Skórka nie zyskała odpowiedniego koloru, była zbyt blada, mimo iż był to chleb pszenny z mąki jasnej, który charakteryzuje się jasną barwą skórki. Spowodowane mogło być to wypiekiem

ciasta w komorze wypiekowej o zbyt niskiej temperaturze. Wypiek został nieco wydłużony, jednak nie spowodowało to pociemnienia skórki. Pory natomiast były bardzo nierówne. Ponadto posiadał on zdeformowaną górną powierzchnię.

Ocena jakości badanych chlebów za pomocą komputerowej analizy obrazu polegała na wykonaniu serii zdjęć cyfrowych badanych kromek chlebów w formacie bmp i poddaniu ich analizie w aplikacji komputerowej APR. Program ten miał za zadanie określić stosunek grubości skórki do miękiszu.

Komputerowa analiza obrazu wykazała, że najlepszą grubością skórki w stosunku do miękiszu cechował się chleb pszenny. Stosunek ten wyniósł 19,75%. Zbyt mały stosunek grubości skórki do miękiszu posiadał chleb czysto ziarnisty, wynosił on 9,98%. Skórka w nim była minimalnie za cienka. Powodem mógł być niewystarczający czas wypieku. W chlebie pszenno – razowym stosunek ten wyniósł 29,7%. Świadczy to o tym, iż skórka była trochę za gruba. Największą grubością skórki w stosunku do miękiszu cechował się chleb razowy, 40,9%. Spowodować to mogła niska temperatura komory wypiekowej oraz długi czas wypieku.

LITERATURA

- [1] **AMBROZIAK Z. 1998.** Produkcja piekarsko-ciastkarska. Wyd. 1. Warszawa: WSiP.
- [1] **KONKOL Sz. 2015.** Wirtualna historia książki i bibliotek [online]. Żory: Technikum Technologii Żywności Dostępny w Word Wide Web <http://www.mamz.pl/almanach/>
- [1] **NIERZWICKI W. 2013.** Jakość żywności. Wyd. 3. Gdańsk: Wyższa Szkoła Turystyki i Hotelarstwa.
- [1] **OJAKANGAS B. 2002.** Chleb. Pieczemy w domu. Warszawa: KDC.
- [1] **REŃSKI A. 1998.** Piekarnictwo. Technologia dla szkół zasadniczych cz. 1. Wyd. 13. Warszawa: WSiP.
- [1] **ŚWIDERSKI F. 2010.** Towaroznawstwo żywności przetworzonej z elementami technologii. Wyd. 3. Warszawa: SGGW.

Prof. dr hab. inż. LESZEK MIESZKALSKI
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

METODY MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO KSZTAŁTU JABŁEK®

Methods of mathematical modeling the shape of apples®

Słowa kluczowe: jabłko, kształt, metody, modele matematyczne, modele 3D.

W artykule przedstawiono propozycję sześciu metod matematycznego modelowania kształtu jabłek. Kształt jabłka opisano posługując się: obrotem modyfikowanego równania konchoidy okręgu względem naturalnej osi symetrii jabłka, równaniem torusa, macierzą geometrii, konturami przekrojów poprzecznych, konturami przekrojów podłużnych i wygładzaniem danych, konturami przekrojów podłużnych i wygładzaniem danych. Do opisu kształtu 3D jabłka w przestrzeni cyfrowej wykorzystano narzędzia grafiki komputerowej. Opisy kształtu konturów przekrojów jabłka (pochodzących z fotografii lub mechanicznego cięcia) zapisano za pomocą krzywych Béziera. Do modelowania wybrano jabłko odmiany Jonagored. Przedstawione metody mogą być stosowane do matematycznego modelowania kształtu jabłek.

Key words: apple, design, methods, mathematical models, 3D models.

The article presents proposes six methods of mathematical modeling of the shape of apples. Apple shape is described using: rotating modified equation conchoid circle relative to the natural axis of symmetry of apples, the equation of the torus, geometry matrix, outlines of cross-sections, cross sections and contours smoothing data, outlines longitudinal sections and smoothing the data. To describe apples 3D shape in the space digital uses in computer graphics tools. Describe the shape of the contour sections apples (from a photograph or a mechanical cutting) were made using Bezier curves. Was selected modeling apple varieties Jonagored. The method can be used for mathematical modeling of the shape of the apples.

WSTĘP

Jabłka pod względem kształtu są zróżnicowane. Kształt jabłek należy do podstawowych cech identyfikujących te obiekty spośród różnorodnego zbioru ich odmian. Oszacowanie kształtu owocu jest potrzebne do określenia krzywej jego wzrostu, przewidywania wydajności, do budowania modelu złoża, do tworzenia siatki, symulacji procesów (przechowywania, separacji, transportu itp.), a także w badaniach fizjologicznych. Kształt jest jedną z cech uwzględnianych podczas projektowania maszyn i urządzeń do ich transportu, sortowania, pakowania i przetwarzania itp. Dokładne oszacowanie wydajności może skutecznie pomóc rolnikom w celu poprawy jakości owoców przez racjonalne projektowanie technologii prac w sadzie. Na podstawie matematycznego opisu parametrów geometrycznych dokonuje się wizualizacji kształtu jabłek i ich części morfologicznych. Model 3D kształtu jabłka i jego struktury wewnętrznej może być wykorzystywany do obliczania powierzchni zewnętrznej, objętości jabłka i jego części morfologicznych (np. komory nasiennej i gniazda nasiennego), promieni krzywizn oraz do obliczeń wytrzymałościowych, a także obliczeń cieplnych metodą elementów skończonych. Zagadnienia te są istotne podczas zarządzania produkcją precyzyjną. Xiao oraz Wang potwierdzają ważność monitorowania krzywej wzrostu ilościowego i oszacowania wydajności owoców w sadzie jabłoniowym [27, 28]. Xiao z zespołem zastosowali system wizyjny do dokładnej identyfikacji

jabłka na drzewie [28]. Opracowany system wizyjny rejestruje zmiany oświetlenia, zmiany kolorów owoców, cienie pochodzące od gałęzi i liści. Został opracowany algorytm wykrywania i liczenia jabłek na drzewie w oparciu o ich kolor i kształt. Bozokalfa i Kilic opracowali sposób określania wielkości owoców polegający na analitycznym opisie objętości owocu bez potrzeby jego niszczenia [4]. Zmienną zależną w modelu była objętość owocu, natomiast długość, średnica i masa były zmiennymi niezależnymi. Wyznaczenie objętości owocu metodami wypornościowymi jest czasochłonne i niepraktyczne w warunkach polowych. Danckaers z zespołem [5] przedstawili sposób budowy modelu 3D kształtu jabłek na podstawie statystycznych danych wymiarowych pochodzących ze skanowania 3D. Model ten dostosowuje parametry kształtu do zmienności w obrębie populacji jabłek i tworzy, nowe, powierzchnie. W wyniku parametryzacji powierzchni, jabłko jest opisane za pomocą zestawu funkcji bazowych, które mają zastosowanie przy montażu całej powierzchni. Istnieje potrzeba, aby poprawnie klasyfikować owoce według ich cech zewnętrznych, takich jak kolor, wielkość, kształt, uszkodzenia mechaniczne, zmiany chorobowe. Systemy wizyjne oraz system pomiaru masy stanowią pomoc, aby wykonać te czynności automatycznie, przy użyciu sztucznych sieci neuronowych.

Mimo, że istnieje wiele opracowań, opartych na analizie zewnętrznych cech owoców, takich jak wielkość [6, 10, 18, 22, 25, 26], kształt, kolor [1, 21], tekstura [8], uszkodzenia

[9, 16, 17], w dalszym ciągu jest zapotrzebowanie na prace oparte na modelowaniu 3D i analizie obrazu. Obecnie wiele owoców, a szczególnie jabłek zbieranych jest ręcznie. Często sortowanie wymaga pracy ręcznej, która jest wspomagana systemami automatycznymi lub półautomatycznymi. Bhatt i współautorzy [3] opisują nowy system oparty na ocenie jakości jabłek w czasie rzeczywistym, uwzględniając wielkość, kolor, symetrię, masę i wady zewnętrzne. System ten jest opracowany z wykorzystaniem sieci neuronowych. Poznanie zmienności cech geometrycznych owoców jest użyteczne pod wieloma względami, na przykład wykrywania obiektów, analizy ich kształtu [12, 20]. Statystyczny model kształtu jest przydatny do przewidywania wielkości jabłek [29] oraz szukania korelacji między ich wzrostem a cechami geometrycznymi [23]. Realistyczne modele kształtu gruszek odmiany Konferencja zostały wykorzystane do opracowania nie niszczących metod pomiaru twardości [13]. Do tworzenia modeli kształtu owoców [2] mogą być stosowane skanery 3D. Projektanci magazynów i chłodni wykorzystują modele kształtu jabłek i gruszek do oceny wpływu obciążeń mechanicznych na wysokość złoża oraz wpływu charakterystyki przepływu powietrza na jędrność owoców mającą wpływ na sposób ich chłodzenia [10].

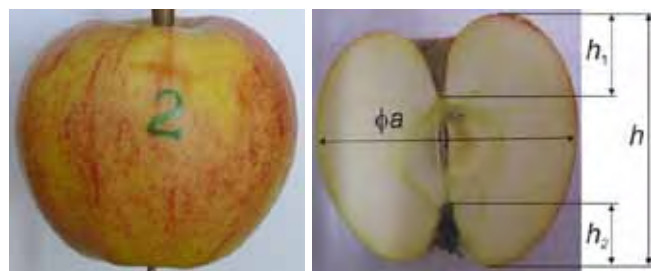
Techniki opisu kształtu są realizowane głównie na podstawie modeli konturów 2D lub uproszczonych modeli 3D np.: kuli, elipsoidy [11] co prowadzi do utraty danych o kształcie. Model kształtu opracowany analitycznie lub przy pomocy skanerów 3D zawiera znacznie więcej informacji, co może prowadzić do lepszych i bardziej precyzyjnych decyzji projektowych. Keshavarzpour i Rashidi [14] zaproponowali liniowe modele regresji do przewidywania masy jabłek na podstawie ich długości, geometrycznej średniej średnicy oraz szacunkowej objętości obliczonej ze spłaszczonej elipsoidy. Liu i współautorzy [15] opracowali metodę utrwalenia zjawiska deformacji kształtu w czasie procesu wzrostu liści i owoców przez nałożenie hydrożelu na ich powierzchnię. Kluczową ideą jest uchwycenie procesu deformacji powstałej podczas procesu suszenia. Peng z zespołem [19] stwierdzili, że wytrzymałość jest ważnym parametrem w określaniu klasy dojrzałości i jakości owocu jabłka. Opracowali oni system obrazowania wyposażony w regulator rozpraszania i natężenia światła podczas pomiaru. Możliwości, do modelowania rozwoju i wzrostu jabłek, wykorzystania RGB w przetwarzaniu i analizie obrazu badali Stajenko i Êmelik [24]. Elfiky z zespołem [7] zaproponowali system do automatycznego cięcia gałęzi drzew w sadzie na podstawie modeli 3D drzew.

Celem artykułu jest prezentacja sześciu metod matematycznego modelowania kształtu jabłek.

MATERIAŁ DO MODELOWANIA

Materiałem do modelowania jest jabłko odmiany Jonagored. Jabłko pochodziło ze zbiorów w roku 2015 z okolic Grójca. Wyboru jabłka dokonano na podstawie następujących kryteriów: kształt i wielkość charakterystyczna dla odmiany Jonagored, brak uszkodzeń mechanicznych, brak uszkodzeń chorobowych, brak śladów żerowania szkodników. Wyboru dokonano ze zbioru jabłek zakupionych w hurtowni Bronisze. Jabłka przechowywano w pomieszczeniu, w którym temperatura wynosiła 19°C, a wilgotność powietrza 60%. Podstawowe wymiary jabłka (długość, szerokość,

grubość oraz wymiary h_1 i h_2) zmierzono suwmiarką z dokładnością do 0,1 mm. Kształt jabłka opisano posługując się: obrotem modyfikowanego równania konchoidy okręgu względem naturalnej osi symetrii jabłka, równaniem torusa, macierzą geometrii, konturami przekrojów poprzecznych, konturami przekrojów poprzecznych i wygładzaniem danych, konturami przekrojów podłużnych i wygładzaniem danych. Do opisu kształtu 3D jabłka w przestrzeni cyfrowej wykorzystano narzędzia grafiki komputerowej. Opis kształtu konturów przekrojów jabłka (pochodzących z fotografii lub mechanicznego cięcia) zapisano za pomocą wielomianu trzeciego stopnia opracowanego przez P. Béziera.



Rys. 1. Wybrane do modelowania jabłko odmiany Jonagored.

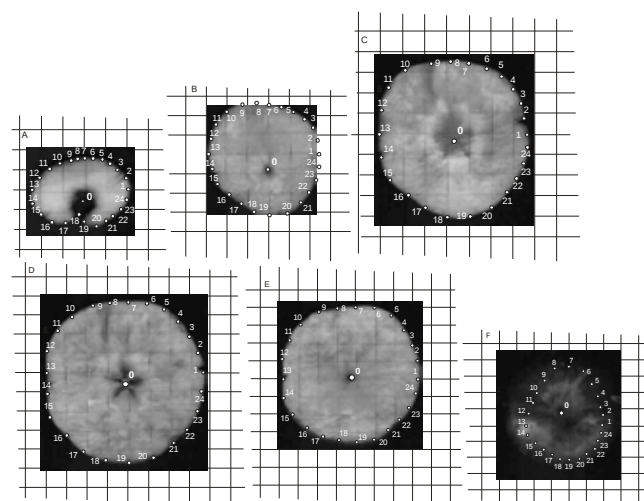
Fig. 1. Selected modeling apple varieties Jonagored.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Pochodzące z pomiarów podstawowe wymiary jabłka wybranego do modelowania są następujące: długość $h = 83,2$ mm, szerokość $ax = 88,4$ mm, grubość $by = 87,6$ mm.

Metoda opisu kształtu polegająca na przekrojach poprzecznych jabłka wymagała pocięcia jabłka na poprzeczne plastry i naniesienia punktów na konturach przekrojów (rys. 2).



Rys. 2. Przekroje poprzeczne jabłka.

Fig. 2. The cross-sections apple.

Źródło: Opracowanie własne

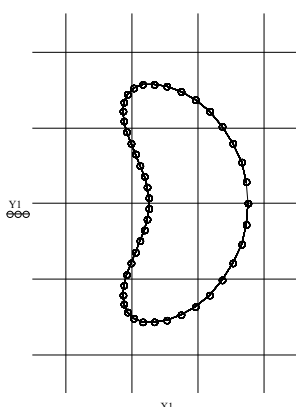
Source: Own study

METODA I – NA PODSTAWIE OBROTU MODYFIKOWANEGO RÓWNANIA KONCHIDY OKRĘGU

W metodzie I wykorzystano parametryczne równania konchoidy okręgu, wprowadzając $a = 2$; $b = 1,5$; $c = 1$; $d = 3$. Od tych wartości zależy kształt krzywej opisującej kontur przekroju wzdłużnego jabłka. Macierzowe równania współrzędnych $X1$, $Y1$ punktów konturu jabłka:

$$X1_{i,j} = a \cdot \cos(\varphi_i)^2 + b \cdot \cos(\varphi_i) \quad (1)$$

$$Y1_{i,j} = c \cdot \cos(\varphi_i) \cdot \sin(\varphi_i) + d \cdot \sin(\varphi_i) \quad (2)$$



Rys. 3. Kontur przekroju wzdłużnego jabłka.

Fig. 3. The contour of the longitudinal section of apple.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Uzyskaną krzywą konturu jabłka obrócono względem osi stycznej do dwóch punktów krzywej (oś OY):

$$Xaa_{i,j} = (X1_{i,j} + e) \cdot \sin(s_j) \quad (3)$$

$$Yaa_{i,j} = (X1_{i,j} + e) \cdot \cos(s_j) \quad (4)$$

$$Zaa_{i,j} = (h \cdot X1)_{i,j} \quad (5)$$

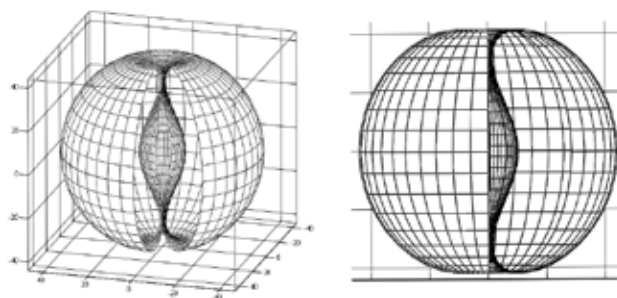
Powstała w wyniku obrotu bryła wymaga skalowania:

$$Xk_{i,j} = \frac{Bx}{\max(Xaa) - \min(Xaa)} \cdot Xaa_{i,j} \quad (6)$$

$$Yk_{i,j} = \frac{By}{\max(Yaa) - \min(Yaa)} \cdot Yaa_{i,j} \quad (7)$$

$$Zk_{i,j} = \frac{L}{\max(Zaa) - \min(Zaa)} \cdot Zaa_{i,j} \quad (8)$$

Na rysunku 4 zamieszczono model 3D bryły jabłka i jego rzut na płaszczyznę XY wykonany metodą I.



Rys. 4. Model 3D bryły jabłka i jego rzut na płaszczyznę XY (metoda I).

Fig. 4. Model 3D apple solids and its projection on the XY plane (method I).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W modelu tym są widoczne zagłębienia szypułkowe i kielicha oraz miejsce na gniazdo i komorę nasienną.

Dane potrzebne do modelu zapisano w postaci macierzy:

$$\begin{bmatrix} N & a \\ n & b \\ i & c \\ j & d \\ \varphi_i & e \\ s_j & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 45 & 2 \\ 2 & 1.5 \\ 0 \dots N & 1 \\ 0 \dots N-5 & 3 \\ \frac{\pi \cdot 2}{N} & 0.4 \\ \frac{2 \cdot \pi \cdot j}{N} & 0.8 \end{bmatrix} \quad (9)$$

METODA II – NA PODSTAWIE RÓWNANIA TORUSA

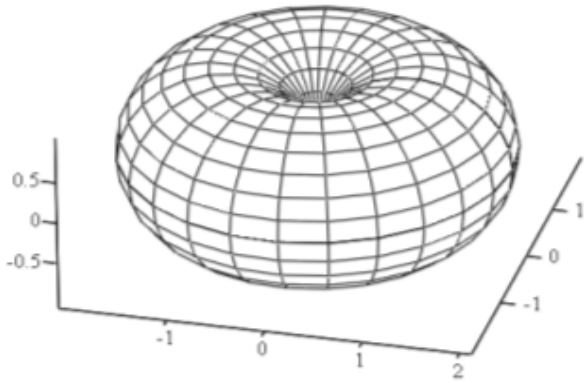
W metodzie II wykorzystano parametryczne równanie torusa, wprowadzając $R = r = 1$. Torus o promieniach równych jeden opisuje uproszczony kształt jabłka. Macierzowe równania współrzędnych Xat , Yat punktów powierzchni jabłka określone na podstawie parametrycznego równania torusa:

$$Xat_{i,j} = \left[R + r \cdot \cos(\varphi_i) \right] \cdot \cos(g_j) \quad (10)$$

$$Yat_{i,j} = \left[R + r \cdot \cos(\varphi_i) \right] \cdot \sin(g_j) \quad (11)$$

$$Zat_{i,j} = r \cdot \sin(\varphi_i) \quad (12)$$

Na rysunku 5 zamieszczono torus o promieniach równych jeden. W przekroju wzdłużnym torusa o równych promieniach koła jego przekrojów są styczne. Torus po wyskalowaniu może aproksymować powierzchnię jabłka uwzględniając zagłębienie szypułkowe i zagłębienie kielichowe. Nie jest opisane miejsce gdzie występuje gniazdo i komora nasienna.



Rys. 5. Torus o promieniach $R = r = 1$.

Fig. 5. Torus of radius $R = r = 1$.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

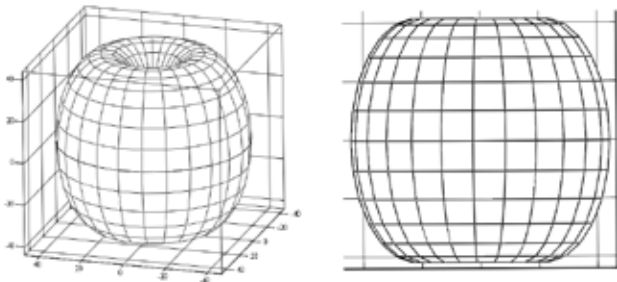
Jednostkowy torus podlega algorytmowi skalowania według wymiarów podstawowych jabłka (L - długość, Bx - szerokość, By - grubość):

$$X_{ti,j} = \frac{Bx}{\max(X_{at}) - \min(X_{at})} \cdot X_{at,i,j} \quad (13)$$

$$Y_{ti,j} = \frac{By}{\max(Y_{at}) - \min(Y_{at})} \cdot Y_{at,i,j} \quad (14)$$

$$Z_{ti,j} = \frac{L}{\max(Z_{at}) - \min(Z_{at})} \cdot Z_{at,i,j} \quad (15)$$

Opisany torusem i po wyskalowaniu model 3D bryły jabłka i jego rzut na płaszczyznę XY przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Opisany torusem i po wyskalowaniu model 3D jabłka i jego rzut na płaszczyznę XY (metoda II).

Fig. 6. Described torus and after scaling 3D model of apple and its projection on the XY plane (method II).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Torusem można, w sposób uproszczony, opisywać jabłka o regularnym kształcie.

METODA III – NA PODSTAWIE MACIERZY GEOMETRII

Macierzowe równania współrzędnych X_{ag} , Y_{ag} punktów powierzchni jabłka określone na podstawie macierzy geometrii, dla $N=9$ są następujące:

$$X_{ag} = (rg)^T \cdot \cos(\varphi) \quad (16)$$

$$Y_{ag} = (rg)^T \cdot \sin(\varphi) \quad (17)$$

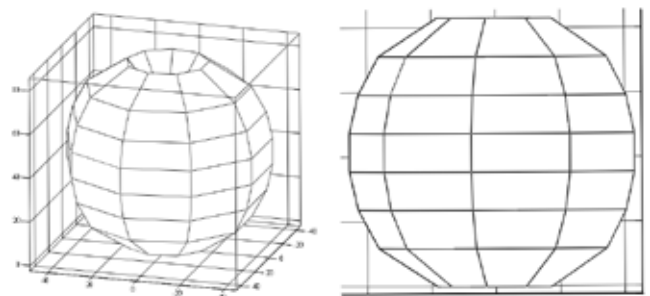
$$Z_{ag} = 1.3 \cdot (cg)^T \quad (18)$$

Dane do równań 16, 17, 18 wyrażono za pomocą wektora 19 opisującego położenia punktów leżących na obwodzie przekrojów poprzecznych, których wysokości zostały zapisane w macierzy 20.

$$rg = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4.7 \\ 5 \\ 5 \\ 4.7 \\ 4 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$cg = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 7 & 7 & 7 & 7 & 7 & 7 & 7 & 7 & 7 & 7 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Opisany macierzami geometrii model 3D jabłka i jego rzut na płaszczyznę XY przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Opisany macierzami geometrii model 3D jabłka i jego rzut na płaszczyznę XY (metoda III).

Fig. 7. Described matrix of geometry and after scaling 3D model of apple and its projection on the XY plane (method III).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Uzyskany model 3D poddano skalowaniu:

$$X_g = \frac{B_x}{\max(X_{ag}) - \min(X_{ag})} \cdot X_{ag} \quad (21)$$

$$Y_g = \frac{B_y}{\max(Y_{ag}) - \min(Y_{ag})} \cdot Y_{ag} \quad (22)$$

$$Z_g = \frac{L}{\max(Z_{ag}) - \min(Z_{ag})} \cdot Z_{ag} \quad (23)$$

METODA IV – NA PODSTAWIE KONTURÓW PRZEKROJÓW POPRZECZNYCH

Utworzone na podstawie współrzędnych punktów leżących na obwodach przekrojów poprzecznych jabłka macierze X , Y , Z zostały zamieszczone niżej:

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 6 & 18.5 & 30.5 & 35.7 & 42.1 & 36.2 & 34 & 19.7 & 11 & 7.5 & 0 \\ 0 & 2.3 & 4.6 & 16.7 & 25 & 30 & 37.7 & 31.2 & 29.1 & 18.6 & 10.5 & 7.5 & 0 \\ 0 & 1 & 2.2 & 10.6 & 12.6 & 18.1 & 23.3 & 19.8 & 16.2 & 13.5 & 7.2 & 4.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1.1 & -2.2 & -13.8 & -15.6 & -19.6 & -27.3 & -19.2 & -18.3 & -14.7 & -8.6 & -4.6 & 0 \\ 0 & -2.8 & -5.5 & -20.8 & -30.1 & -34.7 & -40.5 & -35.9 & -34.3 & -21.4 & -12.7 & -8 & 0 \\ 0 & -3.4 & -6.9 & -22 & -35.2 & -40.2 & -46.7 & -41.5 & -39.5 & -25.9 & -13.2 & -8.1 & 0 \\ 0 & -3.6 & -7.6 & -19.5 & -30.5 & -36.1 & -45.5 & -39.2 & -34.5 & -20.4 & -11.4 & -8.2 & 0 \\ 0 & -2.2 & -5.5 & -9.2 & -15.3 & -19.9 & -23.3 & -21.9 & -17.9 & -10 & -7.4 & -4.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2.5 & 5.4 & 9.8 & 11.6 & 19 & 26.3 & 21.8 & 17.6 & 10.5 & 7 & 4.4 & 0 \\ 0 & 3.2 & 6.4 & 16.2 & 25.9 & 31.6 & 39.5 & 33.1 & 29.3 & 17.2 & 10.9 & 6.9 & 0 \\ 0 & 3 & 6 & 18.5 & 30.5 & 35.7 & 42.1 & 36.2 & 34 & 19.7 & 11 & 7.5 & 0 \end{bmatrix} \quad (24)$$

$$Y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.4 & 2.8 & 12.1 & 15.2 & 17 & 19 & 17.9 & 16.1 & 10.4 & 7 & 5.1 & 0 \\ 0 & 2 & 4.4 & 20.8 & 30.4 & 31 & 32.9 & 31.8 & 30.4 & 20.2 & 14.1 & 8.4 & 0 \\ 0 & 2.3 & 4.9 & 24 & 32.2 & 36.5 & 39.1 & 38.7 & 35.9 & 30.5 & 18.3 & 10 & 0 \\ 0 & 3 & 5.3 & 23.3 & 30.1 & 33.1 & 34.1 & 33.6 & 32.7 & 26.3 & 16.8 & 9.6 & 0 \\ 0 & 1.5 & 3.3 & 14.5 & 17.6 & 20 & 22.5 & 21.1 & 20.5 & 12.7 & 8.5 & 5.7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2.1 & -4.2 & -14.9 & -16.3 & -20.3 & -23.5 & -22.3 & -19.1 & -11.6 & -5.1 & -3.8 & 0 \\ 0 & -4.5 & -9.2 & -21.4 & -32.8 & -37.2 & -41.6 & -39.8 & -34 & -18.3 & -11.6 & -6.8 & 0 \\ 0 & -5 & -11.2 & -23.4 & -35.7 & -44.2 & -45.9 & -44.6 & -37.4 & -21.3 & -13.9 & -8.2 & 0 \\ 0 & -2.9 & -7.7 & -21.6 & -30.7 & -33.5 & -36.1 & -34.4 & -30.8 & -19.7 & -10.8 & -6.4 & 0 \\ 0 & -1.7 & -3.5 & -12.7 & 13.7 & -16.3 & -19.2 & -17.9 & -15.7 & -9.9 & -5.9 & -3.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (25)$$

$$Z = \begin{bmatrix} 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \\ 10 & 5 & -5 & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 60 & 75 & 70 & 62 & 55 \end{bmatrix} \quad (26)$$

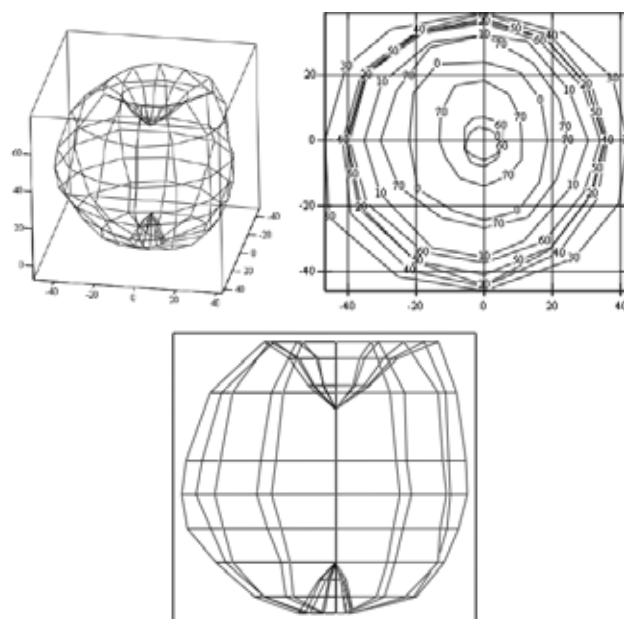
Macierze X , Y , Z są skalowane, a wyniki zapisuje się w macierzach X_p , Y_p , Z_p :

$$X_p = \frac{B_x}{\max(X) - \min(X)} \cdot X \quad (27)$$

$$Y_p = \frac{B_y}{\max(Y) - \min(Y)} \cdot Y \quad (28)$$

$$Z_p = \frac{L}{\max(Z) - \min(Z)} \cdot Z \quad (29)$$

Utworzony, na podstawie współrzędnych punktów leżących na obwodach przekrojów poprzecznych, wyskalowany model 3D jabłka i jego wykres konturowy oraz rzut na płaszczyznę XY zamieszczono na rysunku 8.



Rys. 8. Wyskalowany model 3D jabłka jego wykres konturowy oraz rzut na płaszczyznę XY utworzony na podstawie współrzędnych punktów leżących na obwodach przekrojów poprzecznych (metoda IV).

Fig. 8. After scaling 3D model of apple of and his graph of contour the and throw on the XY plane created on the basis of the coordinates of points lying on the circumference of the cross-sections (method IV).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Bokami siatki powierzchni jabłka są odcinki linii prostych. Tworzą one ostre krawędzie.

METODA V – NA PODSTAWIE KONTURÓW PRZEKROJÓW POPRZECZNYCH I WYGŁADZANIU DANYCH

Wygładzeniu poddane zostały wartości współrzędnych punktów X , Y , Z leżących na obwodach przekrojów poprzecznych jabłka. Do wygładzenia danych zastosowano następujące procedury:

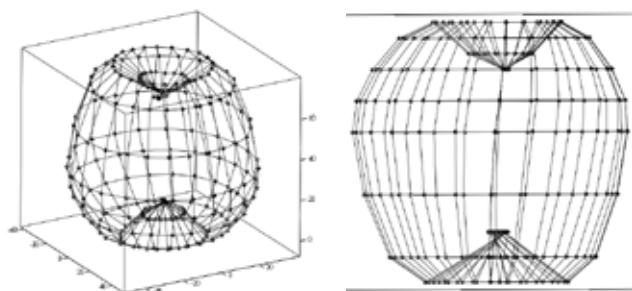
$$X1 = \text{supsmooth}[xx, (X^T)^{<n>}] \quad (30)$$

$$Y1 = \text{supsmooth}[xx, (Y^T)^{<n>}] \quad (31)$$

Gdzie: xx – wektor kolejnych numerów położenia przekrojów poprzecznych,

$[1, 2, \dots, 12]^T$, n – numer wiersza macierzy od 1 do 12. Macierz współrzędnej Z jest bez zmian.

Na rysunku 9 zamieszczono model 3D jabłka utworzony na podstawie wygładzonych danych konturów poprzecznych oraz rzut tego modelu na płaszczyznę XY .



Rys. 9. Model 3D jabłka utworzony na podstawie wygładzonych danych konturów poprzecznych oraz rzut tego modelu na płaszczyznę XY.

Fig. 9. 3D model apple created based on the data smoothed contours of the and throw this model on the XY plane.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

METODA VI – NA PODSTAWIE KONTURÓW PRZEKROJÓW PODŁUŻNYCH I WYGŁADZANIU DANYCH

Obrysów 11 konturów podłużnych jabłka dokonano za pomocą krzywych Béziera, które zapisano w postaci macierzy $X1, Y1, Z1$. Macierze $X1, Y1, Z1$ mają po 11 kolumn i 44 wiersze. Z macierzy tych wydzielono kwadratowe macierze $Xx1, Xx2, \dots, Xx4; Yy1, Yy2, \dots, Yy4; Zz1, Zz2, \dots, Zz4$. Wydzielone macierze poddano procedurze interpolacyjnej. Kolejne numery konturów modelowanego jabłka zapisano w macierzy Mxy , która ma dwie kolumny i 11 wierszy. Przedział interpolacji opisano dwoma wektorami: $xx_k = [0, 0.313, \dots, 10]^T, yy_m = [0, 0.313, \dots, 10]^T$. Przykładowe procedury interpolacji krzywymi sklejonymi dla jednej macierzy kwadratowej ($Xx1$) zamieszczono niżej:

$$Wx1 = \text{lspline}(Mxy, Xx1) \quad (32)$$

$$fx(x, y) = \text{interp} \left[Wx1, Mxy, Xx1, \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \right] \quad (33)$$

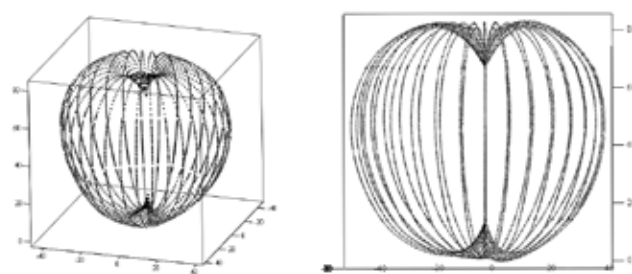
$$F1x_{k,m} = fx(xx_k, yy_m) \quad (34)$$

Na rysunku 10 zamieszczono model 3D jabłka utworzony na podstawie wygładzonych danych konturów podłużnych oraz rzut tego modelu na płaszczyznę XY.

WERYFIKACJA

Weryfikacji dokonano na podstawie porównania wyskalowanych fotografii jabłka z rzutami XY jego sześciu modeli 3D (rys. 11).

Z porównania wynika, że w metodach I, II, III, IV, V obserwuje się lokalne niedokładności odwzorowania. Dobłą dokładność odwzorowania zapewnia metoda VI.

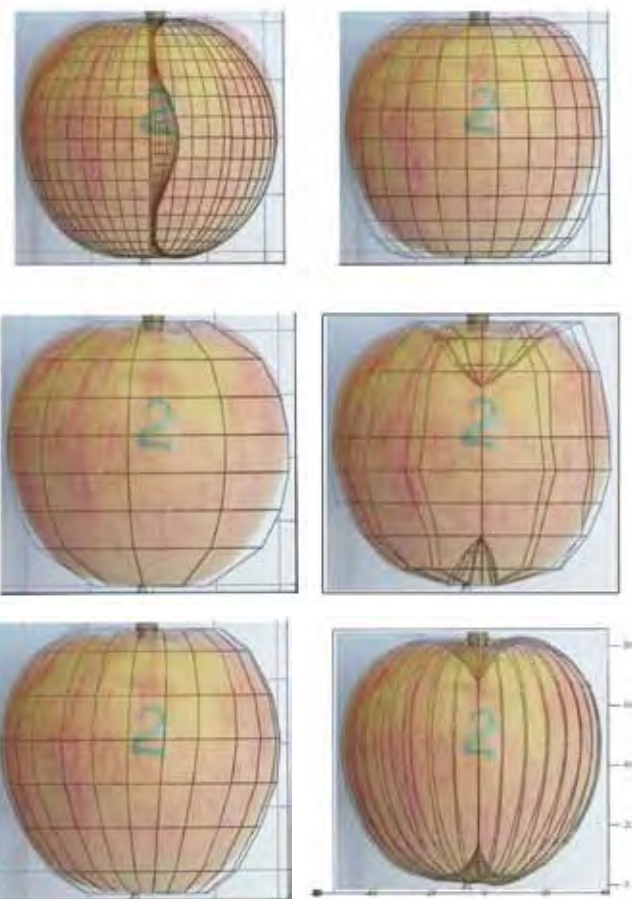


Rys. 10. Model 3D jabłka utworzony na podstawie wygładzonych danych konturów podłużnych oraz rzut tego modelu na płaszczyznę XY.

Fig. 10. Model 3D apple created based on the data smoothed contours longitudinal of the and throw this model on the XY plane.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 11. Porównanie wyskalowanych fotografii jabłka z rzutami XY jego sześciu modeli 3D.

Fig. 11. Comparison of the scaled photograph apple from his six throws on XY models 3D.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

PODSUMOWANIE

Metody I, II, III, V można stosować tam, gdzie nie jest wymagana duża dokładność odwzorowania. Nie zalecane jest stosowanie metody IV, ponieważ wymaga ona zniszczenia jabłka. Największą dokładność odwzorowania zapewnia metoda VI.

LITERATURA

- [1] **ALCHANATIS V., K. PELEG, M. ZIV. 1993.** „Classification of tissue culture segments by colour machine vision”. *JAER*, vol. 55: 299-311.
- [2] **ANDERS A., P. MARKOWSKI, Z. KALINIEWICZ. 2014.** „Badanie właściwości geometrycznych i fizycznych owoców wybranych odmian gruszy na podstawie modeli numerycznych uzyskanych za pomocą skanera 3D”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 577: 3-12.
- [3] **BHATT A. K., K. S. VAISLA. 2014.** „Assessment of Apple Quality based on Scaled Conjugate Gradient Technique, Using Artificial Neural Network Model”. *International Journal of Digital Contents and Applications*, Vol.1, No.1: 1-8.
- [4] **BOZOKALFA M. K., M. KILIC. 2010.** „Mathematical modeling in the estimation of pepper (*Capsicum annum* L.) fruit volume”. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(4): 626-632.
- [5] **DANCKAERS F., T. HUYSMANSA, MATTIAS Van DAELB, P. VERBOVENB, B. NICOLAIB, J. SIJBERSA. 2015.** „Building a statistical shape model of the apple from corresponded surfaces”. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 44, Online at www.aidic.it/cet.
- [6] **DICKSON M. A., W. C. BAUSCH W., M. S. HOWARTH. 1994.** „Classification of a broadleaf weed, a grassy weed, and corn using image processing techniques”. *SPIE* vol. 2345: 297-305.
- [7] **ELFIKY N. M., S. A. AKBAR, J. SUN, J. PARK, A. KAK. 2015.** Automation of Dormant Pruning in Specialty Crop Production: An Adaptive Framework for Automatic Reconstruction and Modeling of Apple Trees. *CVF*: 65-73.
- [8] **GHULAM M. 2015.** „Date Fruit Classification Using Texture Descriptors and Shape-Size Features”. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*: 361-367.
- [9] **GUYER D.E., G. E. MILES, L. D. GAULTNEY, M. M. SCHEREIBER. 1993.** „Application of machine vision to shape analysis in leaf and plant identification”. *TASAE*, vol. 36, no. 1: 163-171.
- [10] **GROWE T. G., M. J. DELWICHE. 1996.** „A system for fruit defect detection in real-time”. *AGENG*, 96F-023.
- [11] **HO Q. et al. 2011.** „A Three-Dimensional Multiscale Model for Gas Exchange in Fruit”. *Plant Physiology*: 1158-1168.
- [12] **IQBAL S., A. GOPAL, A. SARMA. 2011.** Volume Estimation of Apple Fruits Using Image Processing. s.l., s.n.
- [13] **JANCSOK, P., L. CLIJMANS, B. NICOLAÏ, J. DE BAERDEMAEKER. 2001.** „Investigation of the Effect of Shape on the Acoustic Response of Conference Pears by Finite Element Modelling”. *Postharvest Biology and Technology*: 1-12.
- [14] **KESHAVARZPOUR F., M. RASHIDI. 2011.** „Prediction of Apple Mass Based on Some Geometrical Properties Using Linear Regression Models”. *Academic Journal of Plant Sciences* 4 (4): 118-123.
- [15] **LIU Z., S. SWADDIWUDHIPONGC, W. HONGD. 2013.** „Pattern formation in plants via instability theory of hydrogels”. This journal is a The Royal Society of Chemistry, *Soft Matter*, 9: 577-587. DOI: 10.1039/c2sm26642c
- [16] **MILLER B. K., M. J. DELWICHE. 1991.** „Peach defect detection with machine vision”. *TASAE*, vol. 34, no. 6, (1991): 2588-2597.
- [17] **MOLTÓ E., N. ALEIXOS, L. A. RUIZ, J. VÁZQUEZ, F. JUSTE. 1996.** „An artificial vision system for fruit quality assessment”. *AGENG* 96, Madrid, no. 96F-078.
- [18] **OKAMURA N. K., M. J. DELWICHE, J. F. THOMPSON. 1991.** „Raising grading by machine vision”. *ASAE*: 91-7011.
- [19] **PENG Y., R. LU. 2006.** „Improving apple fruit firmness predictions by effective correction of multispectral scattering images”. *Postharvest Biology and Technology* 41: 266-274.
- [20] **RAKUN, J. et al. 2012.** „Detecting Natural Objects by Means of 2D and 3D Shape Analysis”. *Optija, Croatia*, s.n.: 345-354.
- [21] **RUIZ L. A., E. MOLTÓ, F. JUSTE, N. ALEIXOS. 1995.** „Aplicación de métodos ópticos para la inspección automática de productos hortofrutícolas”. VI Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Barcelona.
- [22] **SARKAR N., R. R. WOLFE. 1985.** „Feature extraction techniques for sorting tomatoes by computer vision”. *TASAE*, vol. 28, no. 3: 970-974.
- [23] **STAJNKO D. et al., 2013.** „Modeling of ‘Gala’ Apple Fruits Diameter for Improving the Accuracy of Early Yield Prediction”. *Scientia Horticulturae*: 306-312.
- [24] **STAJNKO D., Z. ÈMELIK. 2005.** „Modelling of Apple Fruit Growth by Application of Image Analysis”. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 70, No. 2: 59-64.
- [25] **TAO Y., C. T. MORROW, P. H. HEINEMANN, J. H. SOMMER. 1990.** „Automated machine vision inspection of potatoes”. *ASAE*: 90-3531.
- [26] **VARGHESE Z., C. T. MORROW, P. H. HEINEMANN, J. H. SOMMER, Y. TAO, R. M. CRASSWELLER. 1991.** „Automated inspection of golden delicious apples using color computer vision”. *ASAE*: 91-92.
- [27] **WANG Q., S. NUSKE, M. BERGERMAN, S. SINGH. 2012.** „Automated crop yield estimation for apple orchards”. In: *Proceedings of the 13th International Symposium on Experimental Robotics*, Quebec, QC, Canada: 745-758.
- [28] **XIAO C. Y., L. H. ZHENG, M. Z. LI, Y. CHEN, C. Y. MAI. 2015.** „Apple detection from apple tree image based on BP neural network and Hough transform”. *Int J Agric & Biol Eng.* 8(6): 46-53.
- [29] **ZADRAVEC P. et al., 2013.** „Fruit Size Prediction of Four Apple Cultivars: Accuracy and Timing”. *Scientia Horticulturae*: 177-181.

Mgr inż. Lucyna DOBEK
Dr n. wet. inż. Magdalena POLAK-ŚLIWIŃSKA
Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OCENA STOPNIA REDUKCJI PATULINY W ROZTWORACH MODELOWYCH, IMITUJĄCYCH NAPÓJ JABŁKOWY®

Evaluation of the degree of patulin reduction in model solutions, imitating
apple beverage®

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących określenia stopnia redukcji patuliny, pod wpływem działania takich czynników, jak: różne pH, obecność kwasu etylenodiaminotetraoctowego (EDTA) oraz kwasu askorbinowego w układach modelowych, imitujących napój jabłkowy. Redukcję patuliny analizowano po 7 dniach, 1 miesiącu oraz 6 miesiącach oddziaływania zastosowanych czynników. W celu oceny wpływu pH na stabilność patuliny zastosowano roztwory o pH 3,0; 4,0; 5,0; 6,5. Po upływie tygodnia redukcja poziomu patuliny wynosiła dla podanych wartości pH, odpowiednio: 0,40; 17,56; 0,44 oraz 0,16%, w stosunku do początkowego stężenia toksyny. W ciągu 1 miesiąca, zawartość toksyny obniżyła się, dla tych samych wartości pH, odpowiednio o: 15,91; 25,93; 3,35 i 9,96%, natomiast po 6 miesiącach stopień redukcji wynosił 16,27 i 32,94% odpowiednio przy pH 3,0 i 4,0 oraz 100% przy pH 5,0 i 6,5. Stabilność patuliny w obecności EDTA oraz kwasu askorbinowego oceniano w układzie modelowym o pH 4,0, z dodatkiem kwasu askorbinowego w stężeniach 2, 4 oraz 5 mg/ml. Stopień redukcji patuliny w obecności EDTA po upływie tygodnia oraz 1 i 6 miesięcy był równy odpowiednio: 0,22; 38,75 oraz 43,83%. Pod wpływem dodatku kwasu askorbinowego patulina uległa 100% redukcji już po tygodniu przechowywania próbek, niezależnie od wielkości zastosowanego stężenia witaminy. Spadek stężenia toksyny był proporcjonalny do czasu trwania eksperymentu.

The aim of this study was to determine the degree of reduction of patulin, under the influence of factors such as different pH, the presence of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and ascorbic acid in model systems, imitating apple beverage. The reduction of patulin was analyzed after 7 days, 1 and 6 months influence of applied factors. To evaluate the effect of pH on the stability of patulin, used solutions at pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.5. After one week, patulin reduction was 0.40, 17.56, 0.44 and 0.16%, respectively of the used values of pH, for relative to the initial concentration of the toxin. Within 1 month, toxin content decreased, for the same pH values respectively: 15.91, 25.93, 3.35 and 9.96%, whereas at 6 months the reduction was 16.27 and 32.94% for pH 3.0 and 4.0, and 100% at pH 5.0 and 6.5. The stability of patulin in the presence of EDTA and ascorbic acid were evaluated in a model system at pH 4.0, with the addition of ascorbic acid at concentrations of 2, 4 and 5 mg / ml. The reduction of patulin in the presence of EDTA after one week, and 1 and 6 month, respectively was equal to 0.22, 38.75 and 43.83%. Upon the addition of ascorbic acid was 100% reduction of patulin, after one week of storage of samples, regardless of the size of the concentration of the vitamin. The reduced concentration of toxin was proportional to the duration of the experiment.

WSTĘP

Polska utrzymuje się w światowej czołówce jako producent jabłek oraz zagęszczanego soku jabłkowego [17]. Najwięcej polskich jabłek eksportuje się do Rosji, Białorusi oraz Ukrainy, ale także na zachód do Niemiec [17]. 1 sierpnia 2014 roku Federalna Służba Nadzoru Weterynaryjnego i Fitosanitarnej Federacji Rosyjskiej (*Rossselchoznadzor*) wprowadziła embargo, dotyczące czasowego ograniczenia wwozu z Polski do Rosji owoców i warzyw, co spowodowało zmiany w eksporcie krajowych jabłek [16] i zmieniło możliwości ich zagospodarowania.

Warto przypomnieć, że sokiem owocowym nazywamy wyrób zdolny do fermentacji, lecz niesfermentowany,

otrzymany z jadalnych części zdrowych, świeżych lub schłodzonych, bądź zamrożonych, dojrzałych owoców, jednego lub większej liczby gatunków, posiadający smak i zapach oraz barwę charakterystyczne dla soku z owoców, z których wyrób jest wytwarzany [9]. Z chwilą wprowadzenia nowej dyrektywy 2012/12/UE dosładzanie soków stało się sprzeczne z prawem. Soki owocowe wyprodukowane po 28 października 2013 r. nie mogą zawierać dodatku cukru, a jedynie cukry naturalnie występujące w owocach [9]. Wartości odżywcze soków oraz ich jakość są zbliżone do wartości użytych do ich produkcji surowców. Soki klarowne jedynie te, które są nieco bogatsze w cukry, nie zawierają błonnika [9]. Z definicji przedstawionych w dyrektywie 2012/12/UE wynika, że półproduktami do wytwarzania

soków i nektarów owocowych mogą być składniki otrzymane z jadalnej części owocu jednego lub większej ilości gatunków. Mogą to być soki bezpośrednie lub świeże (NFC), odwodnione soki owocowe, zagęszczane soki, przeciery, zagęszczane przeciery, komórki miąższu, aromaty, soki wyekstrahowane wodą z surowca, z którego nie można wytłoczyć soku [9]. Wciąż brakuje jednak przepisów unijnych dotyczących jakości handlowej i definicji jakościowej napojów. Napojem owocowym, warzywnym, owocowo-warzywnym może być każdy płynny produkt nie należący do kategorii soków, bądź nektarów, klarowny lub mętny, nie zawierający lub zawierający śladowe ilości surowca owocowego lub warzywnego, ale także taki, który zawiera około 100% składnika owocowego lub warzywnego [9]. Stąd, jeśli do soku owocowego wprowadzono substancję konserwującą to taki produkt nie może być traktowany jako sok, a jedynie napój. Jedynym ograniczeniem w produkcji napojów jest konieczność używania dopuszczonych prawem unijnym składników do ich produkcji, w tym substancji stabilizujących, syntetycznych aromatów, barwników, substancji konserwujących i innych dodatkowych [9]. Nową kategorią produktów o charakterze napojów są tzw. „smoothies” [9]. Według definicji Kodeksu Praktyki AIJN „smoothies owocowe” są to napoje produkowane z mieszaniny owoców, przecieru owocowego z ewentualnym dodatkiem cząstek owoców. Soki i przeciery do produkcji napojów owocowych typu „smoothies” muszą być przygotowane zgodnie z dyrektywą 2012/12/UE i nie mogą zawierać żadnych niedozwolonych substancji dodatkowych [9]. Popularny staje się również rynek herbat mrożonych (*Ice Tea*), z których część jest produkowana z dodatkiem soków owocowych [9]. Zatem zważywszy na duże zapotrzebowanie na tego typu produkty, istotna jest jakość owoców i warzyw użyta do przetwórstwa.

Towarzystwo Rozwoju Sądów Karlowych podało, iż w 2014 roku odnotowano rekordowy zbiór jabłek we wszystkich 28 krajach Unii Europejskiej, w tym także w Polsce [18]. Wprowadzone przez Rosję embargo oraz rekordowy zbiór jabłek w poprzednim sezonie, spowodowały trudności z zagospodarowaniem krajowych jabłek [18]. Mimo tego, iż jabłka należą do surowców, które można przechowywać przez długi czas, nieodpowiednie warunki magazynowania mogą doprowadzić do gnicia owoców uszkodzonych i dotkniętych chorobami. Stwarza to warunki do rozwoju grzybów toksynotwórczych oraz syntezy mikotoksyn [2, 3, 14]. Przetworzenie zanieczyszczonego w ten sposób surowca może doprowadzić do powstania produktu niebezpiecznego dla zdrowia konsumenta.

Jedną z najlepiej poznanych oraz najczęściej izolowanych mikotoksyn z jabłek i produktów jabłkowych jest patulina [2, 8, 10, 15]. Patulina to wtórny metabolit, syntetyzowany przez rozwijające się w zakresie temperatur 0-42°C [14] grzyby z rodzaju: *Penicillium*, *Aspergillus* oraz *Byssochlamys*. Najważniejszym spośród nich jest *Penicillium expansum* [11]. Patulina syntetyzowana jest w zakresie pH od 3,5 do 6,5, przy czym według danych literaturowych wykazuje stabilność w środowisku kwaśnym [1, 14]. Toksyna ta wpływa negatywnie na funkcjonowanie błon plazmatycznych, hamuje syntezę RNA oraz białek [14], jest odpowiedzialna za uszkodzenie komórek nabłonkowych jelit, wywołuje choroby układu pokarmowego, podrażnienia żołądka, nudności, wymioty, owrzodzenia oraz krwawienia [7].

Patulina wykazuje działanie teratogenne, immunotoksyczne, genotoksyczne, neurotoksyczne, a także rakotwórcze i mutagenne [2, 4]. Zapleśniałe owoce nie stanowią zagrożenia dla zdrowia człowieka, ponieważ się ich nie spożywa. Problem pojawia się w sytuacji, gdy surowce zanieczyszczone tą toksyną zostają skierowane do przetwórstwa [14]. Dlatego stała kontrola jakości surowców wykorzystywanych w przetwórstwie oraz produktów gotowych jest bardzo ważną kwestią.

Kodeks Żywnościowy podaje metody ograniczające kontaminację soku jabłkowego patuliną, które oparte są na dobrej praktyce rolniczej (GAP) oraz dobrej praktyce produkcyjnej (GMP) [2].

Maksymalne tolerowane dzienne pobranie patuliny ustalone przez Komitet Naukowy ds. Żywności Unii Europejskiej wynosi 0,4 µg/kg masy ciała [11].

W Polsce aktualnie obowiązującym aktem prawnym wskazującym dopuszczalne zawartości patuliny w środkach spożywczych jest Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 – z dnia 19 grudnia 2006 r., ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Tabela 1) [12].

Tabela 1. Dopuszczalne poziomy patuliny w środkach spożywczych

Table 1. Acceptable levels of patulin in foodstuffs

Produkt	Maksymalny poziom zanieczyszczenia (µg/kg)
Soki owocowe, koncentrat soków owocowych po rozcieńczeniu wodą oraz nektary owocowe	50
Napoje alkoholowe, cydr i inne sfermentowane napoje otrzymywane z jabłek lub zawierające sok jabłkowy	50
Produkty z jabłek stałe, włączając puree jabłkowe, kompot jabłkowy, przeznaczone do bezpośredniej konsumpcji	25
Sok jabłkowy i produkty jabłkowe stałe, włączając puree i kompot jabłkowy dla niemowląt i małych dzieci, które są oznakowane i sprzedawane jako przeznaczone dla niemowląt i małych dzieci; inna żywność dla dzieci	10

Źródło: Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych [12]

Source: Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs [12]

W kontekście zagrożenia, jakie niosą ze sobą mikotoksyny poszukuje się skutecznych metod ich dekontaminacji w żywności i paszach. Przeprowadzone badania miały na celu ocenę stopnia redukcji patuliny w układach modelowych, imitujących napój jabłkowy, pod wpływem działania różnego pH roztworu, obecności kwasu etylenodiaminotetraoctowego (EDTA) oraz kwasu askorbinowego, w okresie 7 dni, 1 i 6 miesięcy przechowywania w temperaturze 6 °C, z zastosowaniem metody HPLC.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał do badań stanowiły mieszaniny modelowe, do sporządzenia których zastosowano roztwory buforowe, wykonane według metodyki Russel i in. opisaną w 2005 roku [13], z zastosowaniem wodorofosforanu disodowego oraz kwasu cytrynowego. Do buforów wprowadzono patulinę na poziomie 50,4 µg/l.

Próbki wykonano w 3 równoległych powtórzeniach. Przechowywano je w plastikowych probówkach z nakrętkami, w temperaturze 6 °C.

Roztwory wzorcowe do wykonania krzywej kalibracji patuliny, sporządzono poprzez przygotowanie serii rozcieńczeń roztworu podstawowego patuliny o stężeniu 1008,0 µg/l, w wodzie zakwaszonej o pH 4,0.

Metodykę przygotowania próbek do badań oparto o modyfikację metody Gökmen i Açar opublikowanej w 1998 [4]. 5 ml próbki przeniesiono do cylindra miarowego i ekstrahowano trzykrotnie 10 ml octanu etylu, za każdym razem odpipetowując górną warstwę do drugiego cylindra miarowego. Do zebranego ekstraktu dodano 2 ml 1,5% węglanu sodu i wytrząsano przez 1 minutę. Po rozdzieleniu się warstw, górną z nich przesączono przez sączek z bezwodnym siarczanem sodu. Przesącz zmieszano z 10 ml octanu etylu, odparowano na wyparce próżniowej do objętości ok 2-3 ml, a następnie suszono w strumieniu azotu. Suchą pozostałość rozpuszczono w 2 ml H₂O o pH 4,0. Tak uzyskaną próbkę analizowano metodą HPLC w układzie faz odwróconych, z zastosowaniem chromatografu Agilent Technologies seria 1200 oraz detektora spektrofotometrycznego z matrycą fotodiod (DAD). Detekcję UV prowadzono przy długości fali λ=276 nm. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina wody – acetonitrylu (96:4, v/v), odgazowana za pomocą helu. Objętość dozowana na kolumnę wynosiła 100 µl, a prędkość przepływu 1 ml/min.

Interpretację ilościową i jakościową otrzymanych chromatogramów przeprowadzono, porównując czas retencji i wielkość pola powierzchni pików wzorca patuliny o znanym stężeniu, z czasem retencji i wielkością pola powierzchni pików toksyny w analizowanych próbkach.

Uzyskane wyniki, poddano analizie statystycznej, z uwzględnieniem podstawowych miar statystycznych: wartość średnia, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności. Wartości obliczono przy zastosowaniu arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2010.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizę ilościową wykonano, posługując się krzywą kalibracji, którą opisuje równanie $y = 253,18x - 0,686$. Wartość współczynnika korelacji $R^2 = 0,9995$ wskazała ścisłą zależność pomiędzy polem powierzchni pików a stężeniem analitu.

Stabilność patuliny w roztworach o różnym pH

Wpływ pH na stabilność patuliny, badano przy zastosowaniu roztworów modelowych o pH 3,0; 4,0; 5,0, które to wartości odpowiadały pH soków jabłkowych (Tabela 2, Tabela 3).

Ponadto, zastosowano także roztwór o pH 6,5, przez wzgląd na zdolność grzybów toksynotwórczych do syntezy patuliny w zakresie pH od ok. 3,5 do 6,5.

Tabela 2. Warianty doświadczenia

Table 2. Variants of the experiment

Nr próbki	pH roztworu	Rodzaj zastosowanego wariantu
1	3,0	Brak dodatków
2	4,0	Brak dodatków
3	5,0	Brak dodatków
4	6,5	Brak dodatków
5	4,0	EDTA (1 mol/l)
6		EDTA (1 mol/l), Kwas askorbinowy (200 mg/l)
7		Kwas askorbinowy (200 mg/l)
8		EDTA (1 mol/l), Kwas askorbinowy (400 mg/l)
9		Kwas askorbinowy (400 mg/l)
10		EDTA (1 mol/l), Kwas askorbinowy (500 mg/l)

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela 3. Stopień redukcji patuliny w układach modelowych o pH 3,0; 4,0; 5,0 i 6,5

Table 3. The degree of patulin reduction in model systems with a pH of 3.0, 4.0, 5.0 and 6.5

Nr próbki	pH	Stężenie patuliny [µg/l]			Stopień redukcji patuliny [%]		
		7 dni	1 m-c	6 m-cy	7 dni	1 m-c	6 m-cy
1	3,0	50,20	42,38	42,20	0,40	15,91	16,27
2	4,0	41,55	37,33	33,80	17,56	25,93	32,94
3	5,0	50,18	48,71	nd*	0,44	3,35	100,00
4	6,5	50,32	45,38	nd*	0,16	9,96	100,00

* nd – ang. *not detected* – nie wykryto

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Po pierwszym tygodniu trwania eksperymentu, spadek poziomu patuliny w próbkach o pH 3,0; 5,0; 6,5 był niewielki i wynosił odpowiednio 0,40; 0,44 oraz 0,16% w stosunku do początkowego stężenia patuliny. Stopień redukcji na największym poziomie (17,56%) zaobserwowano w roztworze o pH 4,0. Po upływie jednego miesiąca, dla próbek o pH 3,0; 5,0; 6,5 redukcja patuliny wyniosła odpowiednio 15,91; 3,35 oraz 9,96%. W buforze o pH 4,0 ponownie zaobserwowano największą redukcję toksyny – 25,93%. Po 6 miesiącach trwania doświadczenia, zaobserwowano odmienną sytuację. W próbkach o pH 3,0 oraz 4,0 redukcji uległo odpowiednio 16,27% oraz 32,94% patuliny, natomiast przy pH 5,0 oraz 6,5 stopień redukcji wyniósł 100 %.

Drush i in. [1] oceniali stabilność patuliny w roztworach o pH od 2,5, 4,0, 5,5 oraz 7,0. Po upływie 30 dni zaobserwowano umiarkowaną redukcję toksyny przy pH 2,5-5,5. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy spadkiem stężenia toksyny przy pH 2,5 i 4,0, które wyniosło średnio 27%.

Redukcja stężenia w roztworze o pH 5,5 była równa 31%, natomiast przy pH 7,0 – 64%. Wyniki analiz Drush i in. [1] potwierdzają stabilność patuliny w środowisku kwaśnym. Również w niniejszej pracy, w czasie długotrwałego przechowywania, zaobserwowano mały stopień redukcji toksyny przy pH 3,0 oraz 4,0.

Stabilność patuliny w obecności EDTA oraz kwasu askorbinowego

Wpływ obecności EDTA oraz kwasu askorbinowego na redukcję patuliny oceniano w układach modelowych o pH 4,0, charakterystycznym pH dla napojów jabłkowych. EDTA dodano do roztworów w ilości 1 mol/l. Kwas askorbinowy dodano do mieszanin w 3 różnych stężeniach (200, 400 i 500 mg/l), oraz 6 różnych wariantach w połączeniu z EDTA (Tabela 2).

Stopień redukcji patuliny w obecności EDTA po pierwszym tygodniu, był równy 0,22%, po upływie miesiąca – 38,75 %, natomiast po 6 miesiącach wynosił 43,83% (Tabela 4).

Porównując te wyniki do rezultatów otrzymanych w układzie o pH 4,0 bez dodatku EDTA (gdzie stopień redukcji był równy 17,56, 25,93 oraz 32,94% odpowiednio po tygodniu oraz 1 i 6 miesiącach) można stwierdzić, iż obecność tego kwasu początkowo spowodowała spowolnienie redukcji toksyny, jednak po upływie 1 oraz 6 miesięcy stężenie patuliny było mniejsze.

Stabilność patuliny w obecności EDTA badali także Drush i in. [1]. Autorzy w badaniach zastosowali roztwory o pH 4,0, do których dodali patulinę o stężeniu 2 mg/l. Redukcję patuliny oceniano w dwóch rodzajach środowisk: z dostępem tlenu, światła i bez dodatku EDTA oraz bez dostępu tlenu, światła i z dodatkiem EDTA. Rezultaty sprawdzano po 9, 19 i 34 dniach. W roztworach bez dodatku EDTA, autorzy uzyskali redukcję na poziomie 14, 23, 32% w stosunku do początkowego stężenia toksyny, odpowiednio po 9, 19 i 34 dniach. Natomiast w obecności EDTA stężenie patuliny zmniejszyło się o 17, 24 oraz 29%. W tym przypadku dodatek EDTA do 19 dnia trwania eksperymentu

przyspieszył redukcję toksyny, jednak po upływie 34 dni jej stężenie było większe w porównaniu z próbkami bez dodatku tego kwasu (stopień redukcji był mniejszy). Wyniki analiz powyższych autorów oraz niniejszej pracy pozwalają stwierdzić, iż obecność EDTA ma wpływ na stabilność patuliny. Ostateczny stopień redukcji jest zależny od warunków i czasu przechowywania.

Dodatek kwasu askorbinowego spowodował 100% redukcję patuliny już po upływie pierwszego tygodnia przechowywania próbek, niezależnie od wielkości zastosowanego stężenia witaminy oraz obecności EDTA.

Redukujące właściwości kwasu askorbinowego w stosunku do patuliny, oceniane były również przez Drush i in. [1]. Autorzy w tym doświadczeniu także zastosowali roztwory o pH 4,0 oraz dwa warianty warunków przechowywania: dostęp tlenu, światła, brak dodatku EDTA, a także brak dostępu tlenu, przechowywanie w ciemności i obecność EDTA. Po 9 dniach przechowywania, zaobserwowano redukcję na poziomie 59 i 37%, natomiast po 34 dniach – 70 i 66%, odpowiednio dla pierwszego i drugiego wariantu. Porównując te wyniki do rezultatów uzyskanych przez tych samych autorów w eksperymencie bez dodatku kwasu askorbinowego, można zauważyć, iż obecność tej witaminy, znacznie zwiększyła stopień redukcji patuliny. Aytac i Acar [cyt. za Drush i in. 2007], stwierdzili całkowitą redukcję patuliny o stężeniu 5000 mg/l, poprzez dodatek 500 mg/l kwasu askorbinowego, po 15 dniach. Kokkinidou i in. [5], podczas badań przydatności modelu kinetycznego do przewidywania szybkości rozkładu termicznego patuliny w obecności kwasu askorbinowego również odnotowali przyspieszoną redukcję toksyny pod wpływem tej witaminy.

Wielokrotnie udowodniano, redukujący wpływ kwasu askorbinowego na patulinę sugeruje, iż może on być stosowany jako skuteczny dodatek, eliminujący obecność tej toksyny w sokach i napojach jabłkowych. Dodatkowymi zaletami kwasu askorbinowego jest jego dostępność, cena oraz postrzeganie przez konsumentów jako wartościowy składnik odżywczy [5].

Tabela 4. Stopień redukcji patuliny w obecności EDTA i kwasu askorbinowego

Table 4. The degree of patulin reduction in the presence of EDTA and ascorbic acid

Nr próbki	pH	Rodzaj zastosowanego wariantu	Stężenie patuliny [µg/l]			Stopień redukcji patuliny [%]		
			7 dni	1 m-c	6 m-cy	7 dni	1 m-c	6 m-cy
5	4,0	EDTA (1 mol/l)	50,29	30,87	28,31	0,22	38,75	43,83
6		EDTA (1 mol/l), Kwas askorbinowy (200 mg/l),	nd*	nd*	nd*	100,00	100,00	100,00
7		Kwas askorbinowy (200 mg/l)	nd*	nd*	nd*	100,00	100,00	100,00
8		EDTA (1 mol/l), Kwas askorbinowy (400 mg/l),	nd*	nd*	nd*	100,00	100,00	100,00
9		Kwas askorbinowy (400 mg/l)	nd*	nd*	nd*	100,00	100,00	100,00
10		EDTA(1 mol/l), Kwas askorbinowy (500 mg/l),	nd*	nd*	nd*	100,00	100,00	100,00

* nd – ang. *not detected* - nie wykryto

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

PODSUMOWANIE

Rezultaty niniejszej pracy ukazują, iż zróżnicowane pH zastosowanych roztworów, w różnym stopniu wpłynęło na redukcję patuliny. Do 1 miesiąca eksperymentu, największy wpływ na eliminację mikotoksyny miało pH 4,0. Po 6 miesiącach trwania doświadczenia patulina była nadal obecna w próbkach o pH 3,0 oraz 4,0, co wskazuje na jej stabilność przy pH kwaśnym.

Obecność kwasu etylenodiaminotetraoctowego w ciągu pierwszego tygodnia spowodowała spowolnienie redukcji patuliny, w porównaniu do układów modelowych bez dodatku EDTA. Natomiast po 1 oraz 6 miesiącach stopień redukcji toksyny był większy.

We wszystkich próbkach z dodatkiem kwasu askorbinowego odnotowano całkowitą redukcję patuliny już po upływie tygodnia trwania eksperymentu. Wyniki te potwierdzają, udowadnianie przez innych autorów, właściwości redukujące tego kwasu w stosunku do patuliny. Należałoby jednak przy tym uwzględnić fakt, że kwas askorbinowy jest dodawany do soków i napojów, w celu zwiększenia ich wartości odżywczej, a także w celu zachowania naturalnie występującej witaminy, która pod wpływem stosowanych procesów technologicznych i przechowywania ulega degradacji, przy czym dodatek kwasu askorbinowego nie może przekraczać 100% wartości RDA (zalecanego dziennego spożycia) [6].

Analiza wyników niniejszego badania pozwala wnioskować także, że czas przechowywania wpływał na stopień redukcji patuliny w analizowanych próbkach. Stężenie toksyny bowiem malało wraz z upływem czasu trwania doświadczenia.

Powyższe spostrzeżenia można odnieść do technologii „płatków”/przeszkód, której praktycznym znaczeniem jest obniżanie kosztów ponoszonych w tradycyjnych metodach utrwalania żywności, ale także w czasie składowania produktów czy ich dystrybucji, co również daje możliwość wykorzystania tych danych dla przetwórców jabłek z przeznaczeniem na napoje czy soki.

LITERATURA

- [1] **DRUSCH S., S. KOPKA, J. KAEDING. 2007.** „Stability of patulin in a juice-like aqueous model system in the presence of ascorbic acid”. *Food Chemistry* 100: 192–197.
- [2] **DZWOLAK W. 2011.** „Patulina w sokach jabłkowych – zapobieganie i redukcja”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 3: 24–26.
- [3] **GOŚCIŁO P. 2013.** „Technika przechowywania owoców – opinie”. *Sad Nowoczesny* 7: 38.
- [4] **GÖKMEN V., J. AÇAR. 1998.** „Incidence of patulin in apple juice concentrates produced in Turkey”. *Journal of Chromatography A* 815: 99–102.
- [5] **KOKKINIDOU S., J. D. FLOROS, L. F. LABORDE. 2014.** „Kinetics of the Thermal Degradation of Patulin in the Presence of Ascorbic Acid”. *Journal of Food Science* 79(1): 108–144.
- [6] **LEBIEDZIŃSKA A., J. CZAJA, K. PETRYKOWSKA, P. SZEFER. 2012.** „Soki i nektary owocowe źródłem witaminy C”. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna XLV* (3): 390–396.
- [7] **MAHFOUD R., M. MARESCA, N. GARMY, J. FANTINI. 2002.** „The mycotoxin patulin alters the barrier function of the intestinal epithelium: mechanism of action of the toxin protective effects of glutathione”. *Toxicology and Applied Pharmacology* 181: 209–218.
- [8] **MORALES H., S. MARÍN, X. CENTELLES, A. J. RAMOS, V. SANCHIS. 2007.** „Cold and ambient deck storage prior to processing as a critical control point for patulin accumulation”. *International Journal of Food Microbiology* 116: 260–265.
- [9] **PŁOCHARSKI W. 2014.** „Jakość handlowa i znakowanie soków i nektarów – omówienie wybranych zagadnień”. *Stowarzyszenie Krajowa Unia Producentów Soków*, Warszawa, ISBN: 978-83-939635-0-8.
- [10] **POKRZYWA P., E. CIEŚLIK, K. TOPOLSKA. 2007.** „Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3(52): 139–146.
- [11] **POSTUPOLSKI J., K. RYBIŃSKA, J. KURPIŃSKA-JAWORSKA, E. LEDZION, M. SZCZĘSNA, K. KARŁOWSKI. 2003.** „Nowe przepisy Unii Europejskiej w zakresie patuliny”. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 4(54): 355–361.
- [12] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1881/2006** z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektóre zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- [13] **RUSSEL R., E. B. GÓRSKA, A. I. WYCZÓŁKOWSKI. 2005.** „Enzymy biorące udział w hydrolizie celulozy”. *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie* 3: 27–36.
- [14] **STĘPIEŃ M., B. SOKÓŁ-LESZCZYŃSKA, M. ŁUCZAK. 2007.** „Mycotoksyny, produkty spożywcze a zdrowie człowieka”. *Postępy Mikrobiologii* 46(2): 167–177.
- [15] **WELKE J. E., M. HOELTZ, H. A. DOTTORI, I. B. NOLL. 2009.** „Effect of processing stages of apple juice concentrate on patulin levels”. *Food Control* 20: 48–52.
- [16] <http://analizy.bgz.pl/pdf/get/file/112301/title/agrotydziesz-20-10-2014.pdf> (dostęp 6.11.2015).
- [17] <http://minrol.gov.pl> Konferencja Prasowa Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi Marka Sawickiego oraz Prezesa Związku Sadowników RP Mirosława Maliszewskiego. Jabłko liderem polskiego eksportu. Warszawa, 9 kwietnia 2014, (dostęp: 8.11.2015).
- [18] <http://trsk.pl/aktualnosci.html> Makosz E., Zagospodarowanie jabłek z tegorocznych zbiorów (dostęp: 8.11.2015).

Mgr inż. Dorota MIARKA,
Mgr inż. Monika STANISŁAWEK
Dr hab. Jolanta KOWALSKA

Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Zakład Oceny Jakości Żywności
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

ANALIZA INFORMACJI ZAWARTYCH W DOKUMENTACH PRODUKTÓW BIOBÓJCZYCH NA POZIOM BEZPIECZEŃSTWA PODCZAS ICH UŻYTKOWANIA NA PRZYKŁADZIE ZAKŁADÓW PRZEMYSŁU MLECZARSKIEGO®

An analysis of information included in documentation of biocidal products
on the level of safety during using them in selected dairy industry plants®

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, produkty biobójcze, dezynfekcja chemiczna, mleczarstwo.

Celem pracy przedstawionej w artykule była analiza zgodności dokumentów produktów biobójczych, dostarczanych do zakładów przemysłu mleczarskiego w Polsce, z wymaganiami rozporządzenia CLP (2008) w odniesieniu do zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności i pracowników. Zakres pracy obejmował analizę właściwych przepisów prawnych oraz wymaganych dokumentów, tj.: kart charakterystyk, etykiet, informacji technicznych, oznaczenia graficznego oraz ocenę bezpieczeństwa pracowników. Badania przeprowadzono metodą ankietową w pięciu wybranych zakładach. Stwierdzono, że obowiązujące Rozporządzenie CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. zapewnia prawidłowy poziom bezpieczeństwa podczas użytkowania środków biobójczych w badanych zakładach, z zastrzeżeniem potrzeby odpowiedniego wdrożenia i przestrzegania procedur.

Key words: safety, biocidal products, chemical disinfection, dairy industry.

The aim of this article was to analyze the compatibility of documentation concerning biocidal products supplied to dairy industry plants in Poland with the constraints of the CLP Regulation from 2008. The research area included analysis legal requirements and documentation such as: material safety data sheet, labels, technical data, graphic signs as well as assessing the safety of workers. The study has been carried out in five selected plants by means of questionnaires. It has been concluded that the CLP Regulation (WE) no. 1272/2008 from 16th Dec. 2008 ensures appropriate level of safety while using biocidal products in the selected plants.

WSTĘP

Skuteczny proces mycia i dezynfekcji to jeden z warunków wstępnych w produkcji bezpiecznych wyrobów, o wysokiej, powtarzalnej jakości. Zapewnienie ochrony życia i zdrowia ludzkiego regulują przepisy prawa żywnościowego [9]. Zakłady przemysłu mleczarskiego przetwarzające produkty pochodzenia zwierzęcego podlegają szczególnie przepisom higienicznym zgodnie z rozporządzeniem (WE) 853/2004 [12]. Ważnym procesem, zapewniającym odpowiednie standardy higieniczne w zakładach mleczarskich jest dezynfekcja (odkażanie). Proces ten musi być poprzedzony skutecznym myciem. Nieusunięte w procesie mycia osady zawierające składniki mleka mogą ograniczać działanie dezynfektantów [4, 6]. Dezynfekcja w przemyśle

mleczarskim przeprowadzana jest metodami fizycznymi i/lub chemicznymi [1]. Podczas tego procesu mikroorganizmy niszczone są przez substancje chemiczne nazywane mieszaninami biobójczymi [13, 14, 15]. Środki te, aby mogły być użyte, muszą spełniać określone wymagania, tzn. niszczyć wiele typów patogenów, posiadać krótki czas ekspozycji, nie tracić lub tracić tylko w nieznacznym stopniu swoją skuteczność w obecności białek, nie posiadać lub posiadać tylko nieznacznie nieprzyjemny zapach, nie powodować podrażnień skóry i śluzówek (lub tylko w niewielkim stopniu), posiadać znaczną kompatybilność materiałową, być przyjazne dla środowiska, a także ekonomiczne [2]. Spektrum działania środków dezynfekcyjnych zostało przedstawione w tabeli 1.

Tabela1. Spektrum działania dezynfektantów
Table 1. The spectrum of activity of disinfectants

A:	Zdolne do zabicia vegetatywnych bakterii, z <i>Mycobacterium</i> włącznie oraz grzybami i sporami grzybów
B:	Zdolne do inaktywacji wirusów
C:	Zdolne do zabicia spor bakterii wąglika
D:	Zdolne do zabicia spor bakterii beztlenowych

Źródło: Buchrieser i Miorini 2009 [2]

Source: Buchrieser i Miorini 2009 [2]

Produkt biobójczy oznacza każdą substancję lub mieszaninę w postaci, w jakiej jest dostarczana użytkownikowi, składającą się z jednej lub kilku substancji czynnych, lub zawierającą lub wytwarzającą jedną lub więcej substancji czynnych, których przeznaczeniem jest niszczenie, odstraszanie i/lub unieczynnianie organizmów szkodliwych, zapobieganie ich działaniu lub zwalczanie w jakikolwiek sposób, inny niż działanie czysto fizyczne lub mechaniczne [14]. Substancją czynną **określa się** substancję lub mikroorganizmy, w tym także wirusy i grzyby, zwalczające lub wywierające określone działanie ogólne lub specyficzne na organizm szkodliwy [18]. Podczas dezynfekcji aparatury mleczarskiej wysoką skuteczność wykazują preparaty [14, 19]:

- **chlorowe** – podchloryny niszczą bakterie G(+) i G(-), przetrwalniki bakterii, grzyby, bakteriofagi;
- **nadtlenek wodoru i pochodne kwasu nadoctowego** – kwas nadoctowy wykazuje szerokie spektrum działania, najskuteczniejszy jest w roztworach dezynfekujących o pH 3-5 w temperaturze pokojowej. Kwas nadoctowy często spotykany jest w preparatach dezynfekujących w połączeniu z nadtlenkiem wodoru;
- **etanol i propanol** – jako dezynfektanty na bazie alkoholu aktywnie działają wobec form vegetatywnych bakterii, grzybów, a także wobec wirusów.

W zakładach przemysłu mleczarskiego omawiane mieszaniny wykorzystywane są do dezynfekcji pasteryzatorów, rurociągów, wirówek, zbiorników, urządzeń w systemie CIP, do dezynfekcji maszyn aseptycznego pakowania, jak również powietrza. Na efektywność działania dezynfektantów wpływają także czynniki zewnętrzne, takie jak: temperatura, pH, wilgotność, a ponadto obecność substancji organicznych [7]. Odpowiednio wykonane zabiegi powodują znaczną redukcję liczby drobnoustrojów w cyklu logarytmicznym.

Bezpieczeństwo osób kontaktujących się z produktami biobójczymi uzależnione jest od skali ich świadomości w zakresie obchodzenia się z produktami niebezpiecznymi, poziomu wiedzy i umiejętności czytania informacji zawartych na etykietach opakowań, kartach charakterystyk, informacji technicznych i oznaczeń graficznych znajdujących się na opakowaniach mieszanin substancji biobójczych. W trosce o bezpieczeństwo użytkowników, w obrocie mogą znajdować się substancje lub mieszaniny substancji chemicznych wyłącznie w oryginalnych, szczelnych opakowaniach jednostkowych, wykluczających możliwość pomyłkowego zastosowania do innych celów, a w szczególności w celu spożycia przez ludzi. W żadnym przypadku nie mogą zawierać określeń typu „produkt biobójczy o niskim ryzyku”,

„nietoksyczny”, „nieszkodliwy”, ani o podobnym znaczeniu [3]. Systemy jakości, wdrożone w zakładach przemysłu mleczarskiego nakładają obowiązek szkoleń pracowników i kadry zarządzającej z zakresu BHP, a tym samym bezpiecznego użycia substancji i mieszanin biobójczych [11, 16].

Od 1 grudnia 2010 r. wszystkie substancje chemiczne wprowadzone na rynek UE, a od 1 czerwca 2015 r. wszystkie preparaty niebezpieczne, muszą być oznakowane i klasyfikowane zgodnie z rozporządzeniem CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. Rozporządzenie CLP dotyczy klasyfikacji (Classification), oznakowania (Labelling) oraz pakowania (Packaging) substancji chemicznych i ich mieszanin [5]. Rozporządzenie zawiera wykaz informacji, jakie powinna zawierać etykieta mieszanin substancji biobójczych. Wzór karty charakterystyki stanowi załącznik nr II rozporządzenia Komisji (UE) nr 453/2010 (2010).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 (2008) w sprawie kwalifikacji, oznakowania i pakowania substancji zawiera wytyczne, które, właściwie zastosowane przez zainteresowane jednostki, pomagają w zapewnieniu wysokiego poziomu ochrony ludzi, ich zdrowia i środowiska. Wpływ na poziom bezpieczeństwa podczas użytkowania produktów biobójczych ma treść informacji zawartych na etykietach opakowań, w kartach charakterystyk produktu a także oznaczeniach graficznych znajdujących się na opakowaniach, dostarczanych do zakładów przetwórczych środków myjąco-dezynfekujących.

Etykieta opakowania zawierającego substancję lub mieszaninę sklasyfikowaną jako stwarzającą zagrożenie muszą obowiązkowo zawierać informacje, takie jak: nazwa, adres i numer telefonu dostawcy lub dostawców, ilość mieszaniny, identyfikator produktu, piktogramy określające rodzaj zagrożenia oraz, jeżeli dotyczy: hasła ostrzegawcze, zwroty wskazujące na rodzaj zagrożenia i środki ostrożności oraz sekcję zawierającą informację uzupełniającą. Etykieta musi być sporządzona w języku urzędowym państwa członkowskiego, w którym substancja lub mieszanina została wprowadzona do obrotu. Na etykiecie muszą znaleźć się szczegółowe informacje umożliwiające identyfikację substancji lub mieszaniny tzw. „Identyfikator produktu” oraz odpowiednie piktogramy określające rodzaj zagrożenia. Powinna zawierać także hasła ostrzegawcze, jak „niebezpieczeństwo” lub „uwaga” oraz tzw. zwroty ostrożności dotyczące np. reagowania, przechowywania, zapobiegania i usuwania. Ustawa z dnia 13 września 2002 r. o produktach biobójczych nakłada dodatkowo na producentów mieszanin tych substancji obowiązek umieszczenia numeru pozwolenia Ministra Zdrowia na obrót środkiem biobójczym, numeru serii i daty ważności użycia środków, tożsamość wszystkich substancji czynnych wraz ze stężeniem podanym w jednostkach metrycznych [17].

Karta charakterystyki substancji biobójczych jest dokumentem, który umożliwia użytkownikom podjęcie niezbędnych kroków dotyczących ochrony zdrowia ludzkiego i bezpieczeństwa w miejscu pracy oraz ochrony środowiska. Pozwala stwierdzić, czy w miejscu pracy znajdują się niebezpieczne środki chemiczne, a także ułatwia ocenę ryzyka dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników, wynikającego z zastosowania tych preparatów. Dostawca tych substancji zobowiązany jest przekazać odbiorcy kartę charakterystyki produktu.

Oznaczenia graficzne w postaci piktogramów wymagane na opakowaniach określa załącznik V rozporządzenia CLP (2008). Zadaniem znaków ostrzegawczych jest informowanie pracownika/użytkownika, z jakim niebezpieczeństwem może się spotkać podczas pracy z daną substancją. Wzory znaków ostrzegawczych w systemie GHS (czarne rysunki na białym tle posiadające czerwoną obwódkę) zostały zaszerogowane do trzech głównych kategorii, jako: zagrożenia fizyczne, zagrożenia dla zdrowia, zagrożenia dla środowiska [8].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących analizy oznakowania mieszanin substancji biobójczych stosowanych w branży spożywczej. Na przykładzie wybranych zakładów mleczarskich podjęto się oceny, czy informacje dostępne w dokumentacji dołączonej do analizowanych substancji wspomagają w zapewnieniu bezpieczeństwa podczas ich użytkowania. Zakres pracy obejmował ocenę etykiet na opakowaniach substancji biobójczych, kart charakterystyk, informacji technicznych oraz oznaczeń graficznych.

METODA BADANIA

Badania przeprowadzono metodą ankietową w czterech zakładach przemysłu mleczarskiego w województwie podlaskim i w jednym zakładzie na terenie województwa kujawsko-pomorskiego. Do badania zaproszono przetwórców produkujących szeroki wachlarz asortymentu produktów mleczarskich. Opracowana ankietę podzieloną została na dwa obszary badawcze i zawierała dwadzieścia dwa pytania, w tym cztery rozszerzone. Obszar I dotyczył nadzoru podczas stosowania produktów biobójczych, II obszar dotyczył zgodności oznaczeń i informacji z wymaganiami aktów prawnych dotyczących produktów biobójczych (tab. 2).

Tabela 2. Obszar badawczy ankiety

Table 2. The research area of the questionnaire

Oznaczenie obszaru	Badany obszar	Analiza zagadnień i dokumentów
I.	Poziom bezpieczeństwa stosowania mieszanin biobójczych w zakładach przemysłu mleczarskiego w Polsce	Szkolenia z zakresu użycia mieszanin biobójczych Nadzór nad niebezpiecznymi substancjami Wypadki z udziałem mieszanin biobójczych
II.	Zgodność z wymaganiami rozporządzeń informacji zawartych w dokumentach mieszanin biobójczych ich przydatność, użyteczność na poziomie bezpieczeństwa podczas ich użytkowania.	Karty charakterystyk Informacja Techniczna „ulotka” Etykieta produktu Oznaczenia graficzne

Źródło: Arkusz ankiety użyty w zakładach przemysłu mleczarskiego [opracowanie własne]

Source: Sheet of the questionnaire form used at units of the dairy industry [own study]

Odpowiedzi na pytania ankietowe z obszaru I i II udzielała jedna osoba wytypowana spośród kadry kierowniczej zakładu mleczarskiego, nadzorująca proces produkcji. Obszar

II badany był na podstawie analizy dokumentów i oznakowania opakowań pięciu produktów biobójczych, wybranych losowo w każdym z zakładów. Ankietę wypełniona została dla każdego produktu oddzielnie. Podczas analizy dokumentów oceniano poziom zgodności dokumentów z wymaganiami rozporządzeń (tab. 3).

Tabela 3. Wykaz aktów prawnych zawierających szczegółowe wymagania dla dokumentu

Table 3. A list of legal acts containing detailed requirements for the documentation

Badany dokument	Wymaganie zawarte w aktach prawnych
Karty charakterystyk	Rozporządzenie Komisji (WE) NR 453/2010 z dnia 20 maja 2010r.
Informacja Techniczna	CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. Dz.U. 2015 poz. 450z dnia 2 marca 2015 r.
Etykieta	CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. Dz.U. 2015 poz. 450z dnia 2 marca 2015 r.
Oznaczenia graficzne	CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. Dz.U. 2015 poz. 450z dnia 2 marca 2015 r.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Analizę wyników przeprowadzono metodą statystyki opisowej w ujęciu tabelarycznym. Wyznaczone zostały miary rozkładu: położenia, różnice koncentracji, przy wykorzystaniu oprogramowania SPSS statistic 21.

WYNIKI BADAŃ

OBSZAR I

W obszarze I analizowano czy w zakładach miały miejsce wypadki, oceniano liczbę i rodzaje szkoleń.

Wypadki

Spośród pięciu analizowanych zakładów w czterech nie zarejestrowano żadnego wypadku z udziałem produktów biobójczych, co stanowiło 92% (rys. 1). W przypadku jednego z zakładów przemysłu mleczarskiego niebezpieczne zdarzenie z udziałem produktów biobójczych zarejestrowano dwukrotnie w przeciągu dwudziestu czterech miesięcy. Do wypadków doszło przy użyciu środków: alkalicznego i kwasowego. W obu przypadkach powodem niebezpiecznego zdarzenia była nieuwaga i pośpiech pracownika oraz brak należytej ostrożności w obchodzeniu się z mieszaniną. Badani, jako przyczynę występowania wypadków z udziałem substancji biobójczych, wskazali czynnik ludzki. Aby nie dopuścić do ponownego zdarzenia z udziałem tych środków, zakłady podjęły natychmiastowe czynności korygujące w postaci zwiększenia liczby osób odpowiednio przeszkolonych oraz liczby szkoleń BHP z jednego do dwóch w ciągu roku.

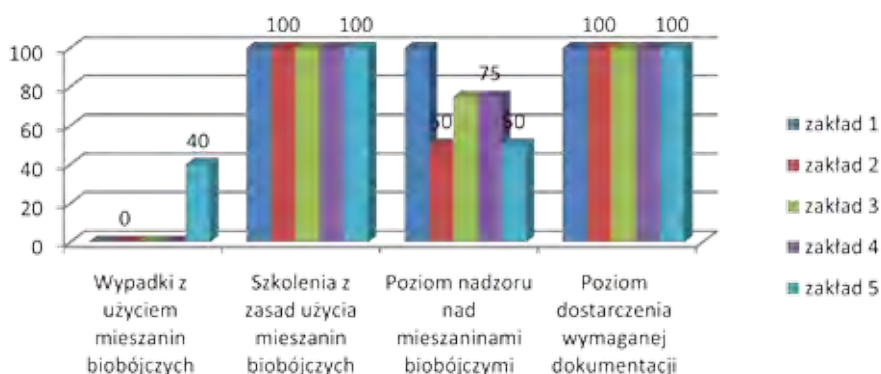
Szkolenia

Ankietowani zadeklarowali, że w każdym z zakładów odbywają się szkolenia z zakresu stosowania środków chemicznych z uwzględnieniem zasad użytkowania mieszanin substancji biobójczych (rys. 1). Tematyka szkoleń uwzględniała:

ćwiczenia z należytego odczytu etykiet, kart charakterystyk, oznaczeń graficznych na opakowaniach, prawidłowego obliczania ilości preparatów potrzebnych do przygotowania roztworów, doboru optymalnych warunków gwarantujących skuteczność mycia i dezynfekcji. Wszyscy ankietowani w 100% potwierdzili, że podczas szkoleń podjęta była tematyka o słuszności i konieczności stosowania środków ochrony indywidualnej mających wpływ na poziom bezpieczeństwa podczas użytkowania preparatów niebezpiecznych. Uczestnicy ankiety zadeklarowali, że szkolenia BHP odbywały się na terenie własnych przedsiębiorstw produkcyjnych. 56% ankietowanych przechodziła takie szkolenia raz w roku, natomiast pozostałe zakłady szkoliły pracowników dwa razy w roku. Szkolenie było dedykowane przede wszystkim pracownikom mającym bezpośredni kontakt ze środkami biobójczymi. W oparciu o przeprowadzoną weryfikację uzyskano informację, że szkolenia przeprowadzano dla pracowników produkcyjnych (20% ogólnej liczby osób szkolonych), pracowników magazynu i produkcji (48%), pracowników wyznaczonych przez kierownictwo zakładu (32%). Były to osoby, które potencjalnie mogą mieć kontakt z preparatami, jak również osoby z nadzoru odpowiedzialne za opracowywanie dokumentacji wewnętrznej, regulującej wytyczne w danym obszarze. Nie wykazano wpływu częstotliwości szkolenia na ilość występujących wypadków. Osoby wyznaczone dokonywały weryfikacji efektywności szkolenia poprzez ocenę wizualną czynności wykonywanych przez pracowników, rozmowy oraz przegląd wypełnianych kart zapisów potwierdzających wykonanie czynności z użyciem preparatów biobójczych.

Nadzór

Z przeprowadzonych badań ankietowych wynika, że w większości analizowanych zakładów dostęp do mieszanin biobójczych jest ograniczony i/lub nadzorowany (rys. 1). Specjalny nadzór nad mieszaninami zadeklarowało 80% ankietowanych jednostek, aż 20% zadeklarowało brak takiego nadzoru w ich zakładzie. Substancje te były przechowywane w oddzielnych, wyznaczonych pomieszczeniach, a dostęp do nich miały osoby wyznaczone do wykonania czynności z użyciem preparatów. Jako specjalne sposoby nadzoru respondenci określili: monitoring poboru środków z magazynu i zużycia w poszczególnych działach produkcyjnych, oznaczenie miejsc składowania mieszanin biobójczych w magazynach i działach produkcyjnych. Nadzór, zdaniem badanych, dotyczy sposobu użycia i poboru tych środków. W każdym z ankietowanych zakładów istniały zainstalowane automatyczne stacje mycia w układzie zamkniętym CIP (Cleaning in Place), przeznaczone do mycia i dezynfekcji linii produkcyjnych. Składały się z stacji centralnej CIP i kilku wspomagających jednostek działowych, w których mieszaniny biobójcze były automatycznie dozowane i pobierane z zainstalowanych zbiorników. Taki system ułatwia nadzór nad użyciem środków i kontrolą samego procesu mycia i dezynfekcji. Wszyscy badani twierdzili, że szczególny



Rys. 1. Wynik badania Obszaru I Zakładów Przemysłu Mleczarskiego w Polsce.

Fig. 1. The result of examining Area I of dairy industry plants in Poland.

Źródło: Wynik ankiety – opracowanie własne

Source: Result of the poll – own study

nadzór nad tymi środkami jest właściwy w kwestii bezpieczeństwa ich użycia, lecz w różnym stopniu. 24% respondentów oceniło nadzór na poziomie bardzo dobrym, na poziomie dobrym 40%, natomiast dostatecznym – 36% ankietowanych. Jako przyczynę takiego stanu wskazali brak drobnego sprzętu niezbędnego w czasie użytkowania środków biobójczych w postaci dozowników, dyspenserów, pomp dozujących.

Dokumentacja

Przedstawiciele wszystkich opisywanych jednostek zadeklarowali, że posiadają niezbędną dokumentację dotyczącą mieszanin biobójczych, która była dostarczana każdorazowo, podczas dostawy środków do badanych zakładów przetwórstwa mleczarskiego (rys. 1).

OBSZAR II

Dotyczył oceny dokumentacji dotyczących substancji biobójczych stosowanych w badanych zakładach mleczarskich.

Kompletność informacji i zgodność z wymogami

Tabela 4. Ocena przydatności dokumentów w Zakładach Przemysłu Mleczarskiego w Polsce

Table 4. Assessing the usefulness of documentation in dairy industry plants in Poland

Rodzaj dokumentu/oznaczenia	Liczba badanych dokumentów	Ocena przydatności w skali [1-5]	Liczba wskazań
Karty charakterystyk	n = 25	duża przydatność	79,4%
Informacja Techniczna	n = 25	duża przydatność	83,2%
Etykieta	n = 25	średnia przydatność	75,4%
Oznaczenia graficzne	n = 25	bardzo duża przydatność	92,0%

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Podczas analizy każdego z dokumentów stanowiących materiał badawczy stwierdzono, że informacje zawarte w kartach charakterystyk preparatów biobójczych, dokumentach technicznych, etykietach i oznaczeniach graficznych były we wszystkich analizowanych jednostkach kompletne i zgodne z wymogami obowiązujących aktów prawnych (tab. 4). Przydatność dokumentów i ich rola w minimalizowaniu zagrożeń związanych z użyciem mieszanin biobójczych oceniana dla każdego dokumentu oddzielnie, była zróżnicowana, co przedstawiono w tabeli 5.

Użyteczność dokumentów

Przy analizie użyteczności dokumentów produktów biobójczych oceniono przejrzystość i zrozumiałość zapisów. Ponadto zbadano, czy zawarte informacje są niezbędne, oraz czy ankietowani dodaliby inne informacje dotyczące produktu. Wynik badania przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Ocena użyteczności dokumentów w Zakładach Przemysłu Mleczarskiego w Polsce

Table 5. Assessing the usability of documentation in dairy industry plants in Poland

Rodzaj dokumentu/ oznaczenia	Liczba badanych dokumentów	Ocena użyteczności
Karty charakterystyk	n = 25	100%
Informacja Techniczna	n = 25	100%
Etykieta	n = 25	70%
Oznaczenia graficzne	n = 25	96%

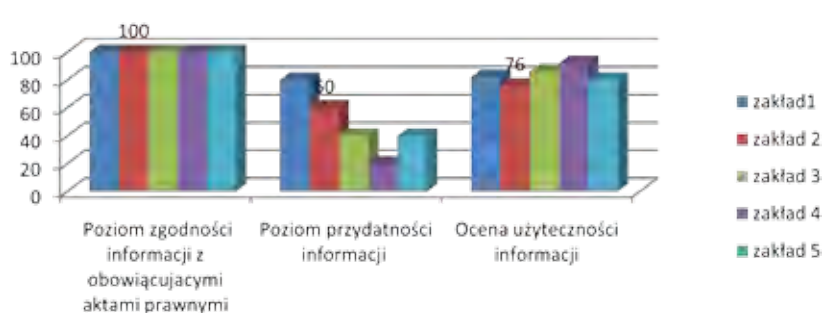
Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Nikt z badanych nie wykazał potrzeby umieszczania dodatkowych informacji w ocenianych dokumentach. Wszyscy ankietowani (100%) uznali, że karty charakterystyk, informacje techniczne (ulotki), etykiety produktów, oznaczenia graficzne dotyczące badanych substancji zawierały pełną i wystarczającą informację, mającą wpływ na poziom bezpieczeństwa podczas ich użycia.

Karty charakterystyk

Informacje zawarte w kartach charakterystyk zawierały szesnaście wymaganych informacji o produkcie, zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem (WE) nr 453/2010 [10]. Ankietowani w sposób zróżnicowany ocenili poziom przydatności informacji zawartych w dokumentacji badanych substancji, co przedstawiono na rysunku 2. Z punktu widzenia użytkowników, przydatnymi informacjami zawartymi w kartach charakterystyk mieszanin biobójczych okazały się: zidentyfikowane zastosowanie preparatu – ocenione jako bardzo

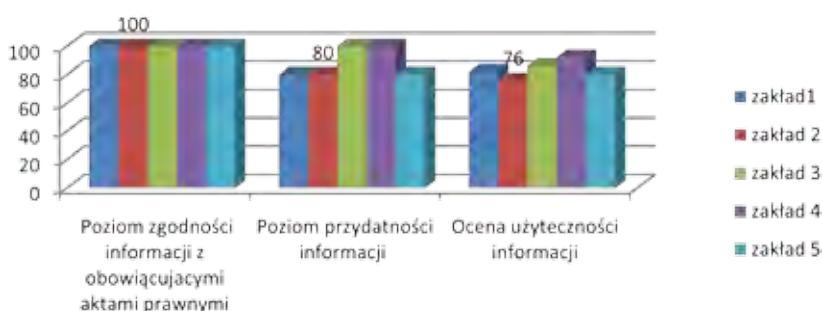


Rys. 2. Wynik badań dokumentów „Karta charakterystyki” dla każdego ZPM.

Fig. 2. The result of examining „Material Safety Data Sheet” documentation for each dairy industry plant.

Źródło: Wynik ankiety – opracowanie własne

Source: Result of the poll – own study

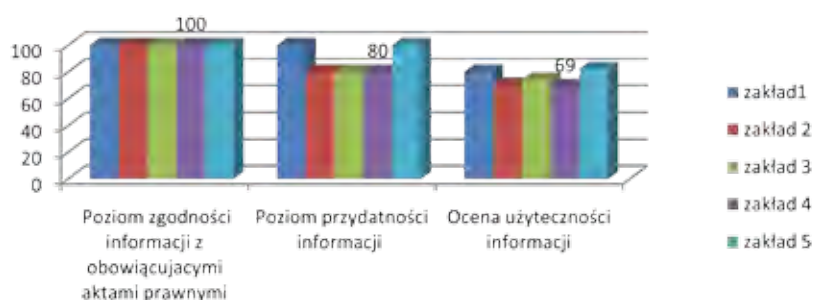


Rys. 3. Wynik badań dokumentów „Informacja techniczna” dla każdego ZPM.

Fig. 3. The result of examining „Technical Data” documentation for each dairy industry plant.

Źródło: Wynik ankiety – opracowanie własne

Source: Result of the poll – own study



Rys. 4. Wyniki badań dokumentów „Etykieta” dla każdego ZPM.

Fig. 4. The result of examining „Label” documentation for each dairy industry plant.

Źródło: Wynik ankiety – opracowanie własne

Source: Result of the poll – own study

dużą przydatność (52%) oraz informacje o stosowanych dawkach i stężeniach – również o bardzo dużej przydatności (60%). Ankietowani bardzo wysoko sklasyfikowali informacje dotyczące identyfikacji zagrożeń. Dla 84% ankietowanych bardzo ważną informacją były zawarte w dokumentach oznaczenia graficzne i opis innych zagrożeń, do których zaliczono: zagrożenie wybuchem, alergie, niekorzystny wpływ na środowisko. Ważną informacją było również wskazanie sposobu udzielania pierwszej pomocy. Jako najbardziej przydatną informację wskazano postępowanie w przypadku pożaru. Wszyscy ankietowani (100%) wskazali na dużą przydatność

informacji o środkach gaśniczych, natomiast 80% pytanych wskazało na niewielką przydatność informacji o zastosowanej w mieszaninie biobójczej substancji czynnej. Zdaniem 28% biorących udział w ankiecie numer pozwolenia na obrót produktem biobójczym był zupełnie nieprzydatny, zaś 48% respondentów uznało niewielką jego przydatność. Większość, za nieprzydatną, uznała też informację o stabilności chemicznej oraz aspektach ekologicznych środków biobójczych. Pytani określili, że zakres treści i sposób informacji o zagrożeniach w ocenionych kartach charakterystyk był w pełni wystarczający. Użyteczność informacji zawartych w kartach charakterystyk stanowiła 83%, co wskazuje na duże wykorzystanie informacji w nich zawartych.

Informacja techniczna

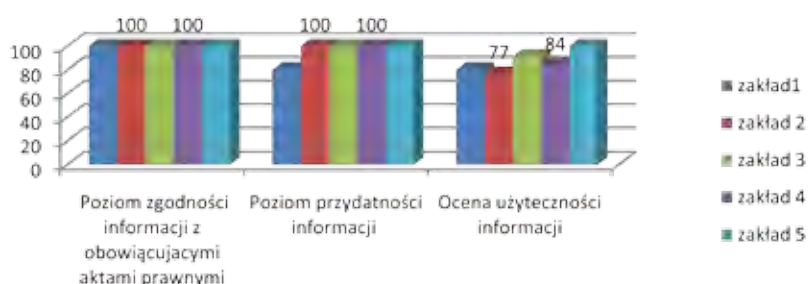
Dane zawarte w dokumencie „Informacja Techniczna” były zgodne z obowiązującymi wymaganiami prawnymi (rozp. 1272/2008), a ich przydatność została oceniona na 88,0% (rys. 3). W mniejszym stopniu (ok. 60%) pracownicy korzystali z informacji dotyczących postaci produktu, sposobu magazynowania, tożsamości składników mieszanin, szczegółowych informacji dotyczących bezpośrednich i pośrednich ubocznych skutków stosowania oraz wskazówek dotyczących pierwszej pomocy, a także stosowanych dawek mieszanin, wyrażonych w jednostkach metrycznych. Ponad 83% ankietowanych uznało, że informacja techniczna stanowi skrócony dokument karty charakterystyki.

Etykieta

Ankietowani pracujący w badanych zakładach ocenili przydatność informacji zawartych na etykiecie na poziomie 75% (rys. 4). Największe znaczenie, według wszystkich respondentów, miał okres zastosowania mieszaniny do momentu uzyskania skutku biobójczego. Jako istotny 80% osób wskazało sposób stosowania mieszanin biobójczych, natomiast ponad połowa umieszczenie znaków ostrzegawczych informujących o potencjalnym zagrożeniu. Numer serii produktu i numer pozwolenia został wskazany przez większość jako nieprzydatny. Analizując zawartość etykiet, pytani ocenili, że sposób podania informacji był zrozumiały, informacje o zagrożeniu były czytelne, a treść wystarczająca. Jednocześnie nie wskazali potrzeby zamieszczania innych informacji na etykietach mieszanin. Z uzyskanych odpowiedzi wynika, że pracownicy korzystali z informacji zawartych na etykietach środków biobójczych, co może świadczyć o świadomości personelu o zagrożeniach, jakie mogą sobą następować przy niewłaściwym postępowaniu z tymi mieszaninami.

Oznaczenia graficzne (piktogramy)

Przydatność oznaczeń graficznych (piktogramów) stosowanych na opakowaniach została oceniona najwyżej spośród badanych dokumentów, co zobrazowano na rysunku 5. Oceniający brali pod uwagę: wielkość piktogramów, zrozumiałość zawartych informacji, zastosowane sformułowania, czytelność napisów ostrzegawczych. Na uwagę zasługuje ocena dotycząca zmiany kolorystyki piktogramów zgodnie z rozporządzeniem CLP. Obecnie obowiązujące oznakowanie graficzne jest prezentowane w kolorze białoczarnym,



Rys. 5. Wyniki badań „Oznaczenie graficzne” mieszanin w każdym ZPM.

Fig. 5. The result of examining „Graphic Signs” documentation of bio-cidal products for each dairy industry plant.

Źródło: Wynik ankiety – opracowanie własne

Source: Result of the poll – own study

co zostało pozytywnie ocenione przez ponad połowę ankietowanych. Jednak wszyscy respondenci wyrazili opinię, że poprzednia kolorystyka (czarne piktogramy na pomarańczowym tle) była wyraźniejsza i bardziej zauważalna. Ocena użyteczności informacji na etykiecie oceniona została na poziomie 86%.

Akty prawne

Wytyczne zawarte w aktach prawnych (tab. 5), zobowiązują producentów mieszanin biobójczych do zamieszczania odpowiednich, sprecyzowanych informacji w dokumentacji tych środków. Informacje te powtarzają się w każdym z omawianych dokumentów. Ankietowani przyznali, że nie analizują takich informacji, jak numer partii produktu, numer pozwolenia wprowadzenia do obrotu, stabilność chemiczna. Są one niezbędne dla dystrybutora, hurtownika, ale nie dla użytkownika danej substancji. Najbardziej użytecznymi informacjami są te dotyczące stosowanych dawek, stężeń, czasu reakcji, środków ochrony i pierwszej pomocy. Istotność i przydatność tych informacji została wskazana przez 80% ankietowanych. Zdaniem respondentów informacje podane na etykietach opakowań środków biobójczych są wystarczające, czytelne i nie wymagają uzupełnienia ani korekty. Ankietowani zwrócili uwagę na konieczność szkoleń pracowników i nadzoru ich pracy w celu potwierdzenia, że wszystkie informacje i procedury są wykonywane zgodnie z założeniami.

Podczas analizy dokumentów wytypowanych mieszanin biobójczych, oceniono najczęściej wykorzystywany rodzaj dokumentu podczas użytkowania środków biobójczych (tab. 6). Ankietowani sięgają i wykorzystują głównie informacje zawarte na etykiecie opakowania oraz czytają zamieszczone oznaczenia graficzne (80%). Zwrócono uwagę, że korzystanie z niezbędnych informacji ułatwia fakt zamieszczenia ich bezpośrednio na opakowaniach środków biobójczych. Wykazano, że sięganie do dodatkowych dokumentów stanowi pewne utrudnienie.

Ankietowani twierdzili, że mieszaniny biobójcze stosowane w badanych zakładach przemysłu mleczarskiego były dostarczane od sprawdzonych, wiarygodnych dostawców, a ich powtarzalność i skuteczność jest wysoka. Można więc przypuszczać, że 80% odpowiedzi potwierdzających korzystanie z etykiet jako głównego źródła informacji o stosowanym

produkcje, może świadczyć o rutynie podczas ich użycia. Około 40% osób przyznało, że sięgają po dokument, jakim jest „Informacja Techniczna”. Można przypuszczać, że jest to efekt dublowania informacji w kartach charakterystyki. W przypadku problemów podczas stosowania mieszanin, 60% ankietowanych użyłoby kart charakterystyki jako wyczerpującego źródła niezbędnych informacji.

Tabela 6. Częstotliwość użycia poszczególnych rodzajów dokumentów

Table 6. The frequency of using particular types on documentation

Rodzaj dokumentu/ oznaczenia	Liczba badanych dokumentów	Ocena Częstotliwości użycia
Karty charakterystyk	n = 25	60%
Informacja Techniczna	n = 25	40%
Etykieta	n = 25	80%
Oznaczenia graficzne	n = 25	80%

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Ankietowani wskazali, że kompletność dokumentacji dostarczanych do zakładów mieszanin biobójczych i zawarte w nich treści były zgodne z obowiązującymi aktami prawnymi. Zdaniem badanych w 85% wpływają one na poziom bezpieczeństwa podczas ich użycia, natomiast w 15% o bezpieczeństwie decyduje czynnik ludzki. Niemniej jednak niezgodności i wypadki, jakie miały miejsce w omawianych zakładach, wynikają przede wszystkim z niedopełnienia obowiązków przez pracowników. Zwrócono uwagę na konieczność szkolenia i weryfikacji pracy w jednostkach produkcyjnych.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy badań ankietowych i dokumentów sformułowano następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Dokumentacja opracowana w analizowanych zakładach stanowiła wystarczający i zharmonizowany układ pozwalający na bezpieczne użytkowanie preparatów biobójczych.
2. W większości zakładów mieszaniny biobójcze oznaczone są zgodnie z wymaganiami zawartymi w obowiązujących rozporządzeniach CLIP i (WE) nr 453/2010.
3. W analizowanych zakładach nadzór nad wykorzystaniem produktów biobójczych był właściwy a informacja o produkcie oraz oznaczenia graficzne zgodne z wymaganiami rozporządzenia.
4. W oparciu o przeprowadzoną analizę można wnioskować, że dostosowanie jednostki (każdego z badanych zakładów) do wytycznych zawartych w Rozporządzeniu CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r.,

wsparte wewnętrznymi procedurami, właściwie stosowanymi i weryfikowanymi, pozwala na zapewnienie prawidłowego poziomu bezpieczeństwa podczas użytkowania środków i mieszanin biobójczych w badanych zakładach przemysłu mleczarskiego.

LITERATURA

- [1] **BARANOWSKA M., W. CHOJNOWSKI, H. NOWAK. 2014.** „Dezynfekcja w Zakładach Mleczarskich”. Nauki Inżynierskie i Technologie Engineering Sciences and Technologies 4(15): 9-22.
- [2] **BUCHRIESER V., T. MIORINI. 2009.** Podstawy Mycia, Dezynfekcji i Sterylizacji. World Forum for Hospital Sterile Supply (wfhss): Österreichische Gesellschaft für Sterilgutversorgung (http://wfhss.com/wp-content/uploads/wfhss-training-1-00_pl.pdf).
- [3] **DYNIA A. 2011.** Opakowanie, klasyfikacja i oznakowanie produktów biobójczych, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Szczecinie: (wsse.szczecin.pl).
- [4] **MCDONNELL G. E. 2007.** Antisepsis, Disinfection and Sterilization. Washington: ASM Press.
- [5] **MIRANOWICZ-DZIERZAWSKA K. 2010.** Zmiany w REACH wprowadzone rozporządzeniem CLP. Warszawa: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.
- [6] **MØRETRO T., E. HEIR, L. NESSE L., L. K. VESTBY, S. LANGSRUD. 2012.** „Control of Salmonella in food related environments by chemical disinfection”. Food Research International (45): 532-544.
- [7] **OLESIK P., L. STĘPNIAŁ. 2012.** „Skuteczność wybranych związków dezynfekcyjnych wobec przetrwalników *Bacillus*”. Inżynieria i Ochrona Środowiska 15 (1): 41-50.
- [8] **Rozporządzenie CLP (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r.** w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006.
- [9] **Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 z dnia 28 stycznia 2002 r.** ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. bezpieczeństwa żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności.
- [10] **Rozporządzenia Komisji (UE) nr 453/2010 z dnia 20 maja 2010 r.** zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH).
- [11] **Rozporządzenie (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 roku** w sprawie higieny środków spożywczych.
- [12] **Rozporządzenie (WE) nr 853/2004. z dnia 29 kwietnia 2004 r.** ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.

- [13] **Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 528/2012 z dnia 22 maja 2012 r.** w sprawie udostępniania na rynku i stosowania produktów biobójczych.
- [14] **Urząd Rejestracji** Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Informacja o Produktach Biobójczych (www.urpl.gov.pl)
- [15] **Urząd Rejestracji** Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Substancje Czynne (www.uprl.gov.pl).
- [16] **Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 roku** (Dz.U. z dnia 27.09.2006 r. nr 171 poz.1225).
- [17] **Ustawa z dnia 13 września 2002 r.** o produktach biobójczych, Rozdział 6. Opakowanie, klasyfikacja i oznaczenie produktów biobójczych.
- [18] **WILBANT-GOTOWICZ M. 2014.** „Regulacja prawna wprowadzania do obrotu produktów biobójczych w świetle rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 528/2012 – wybrane zagadnienia”. Przegląd Prawa Ochrony Środowiska 4 (14):163-184.
- [19] **ŻARCZYŃSKI K. 2011.** „Higiena: środki myjąco - dezynfekujące”. Forum Mleczarskie Biznes (3):11.

Mgr inż. Kamila KOZIEŁ
Mgr inż. Dorota JANISZEWSKA
Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy w Gdyni
Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa

MOŻLIWOŚCI WSTĘPNEGO OCZYSZCZANIA ZUŻYTYCH WÓD TECHNOLOGICZNYCH PO HYDRAULICZNYM WYŁADUNKU RYB PELAGICZNYCH Z KUTRÓW RYBACKICH®

The possibility of technological waste water treatment hydraulic unloading
pelagic fish from the fishing boats®

Słowa kluczowe: rybołówstwo, wody technologiczne, oczyszczanie ścieków.

Celem artykułu jest prezentacja przeprowadzonych badań dotyczących analizy możliwości do wykorzystania metod wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb pelagicznych z kuterów rybackich. Przeprowadzono próby oczyszczania zużytych wód technologicznych pochodzących z kuterów wyposażonych w system chłodzenia RSW. Metodykę oczyszczania opracowano na bazie jednostkowych operacji technologicznych stosowanych przy oczyszczaniu ścieków komunalnych i przemysłowych. Oddzielono części stałe i zawiesiny na filtrach oraz wirówkach, dokonano korekty odczynu pH oraz przeprowadzono koagulację zanieczyszczeń z użyciem koagulantów i flokulantów.

Key words: fishing, technological waste water, water treatment.

Attempts of technological waste water treatment purification from fishing boats, after storing the pelagic fish were carried out in the laboratory, for small samples of the raw material. Therefore, it should be noted, that the port conditions, the effectiveness of the developed methods and degree of reduction of pollutant indicators will depend on many factors, including the quality of waste water technology, performance and the type of installation used and the concentration of the chemicals used.

WSTĘP

W wyniku przechowywania w zbiornikach ryb pelagicznych (szprot, śledzie), bezpośrednio po ich złowieniu, powstają duże ilości zużytych wód technologicznych. Jest to problem występujący na kuterach posiadających, między innymi, układ chłodzenia RSW. RSW (ang. Refrigerated Sea Water System) jest technologią przechowywania i transportu ryb, w schłodzonej wodzie morskiej, na statkach rybackich. System ten działa następująco – kuter pobiera wodę morską poprzez układ chłodniczy, następnie zostaje ona schłodzona do temp. około $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ i skierowana do specjalnie izolowanych zbiorników z rybą, aby obniżyć jej temperaturę w maksymalnie krótkim czasie [1].

Do najczęściej występujących składników ścieków powstających na kuterach rybackich, których zawartość podlega prawnym ograniczeniom należą: białka, tłuszcze, azot, fosfor i chlor. W zależności od poziomu zanieczyszczeń oraz jakości ścieków proces oczyszczania powinien być dopasowany tak, aby przy minimalnym nakładzie kosztów uzyskiwać najwyższy możliwy stopień oczyszczenia.

Znajomość parametrów jakościowych ścieków powsta-

łych podczas magazynowania świeżo złowionego surowca rybnego, pozwoliła na oszacowanie koniecznego do zmniejszenia stopnia zanieczyszczenia, przy którym odprowadzenie podczyszczonych zużytych wód technologicznych do naturalnego zbiornika wodnego nie spowoduje znacznego, zagrażającego środowisku wodnemu, pogorszenia klasy wody.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem do badań były próbki zużytej wody technologicznej po hydraulicznym wyładunku szprotów bałtyckich w portach: Kołobrzeg (wariant I, II) oraz Władysławowo (wariant III). Dla każdego wariantu wykonano 2 powtórzenia. Materiał do badań pobierany był w 2014 roku, w miesiącach od stycznia do listopada.

W celu określenia efektywności wybranych metod oczyszczania zużytych wód technologicznych oznaczono zawartości określonych wskaźników fizykochemicznych:

- BZT₅ – metodą rozcieńczeń [3, 4];
- ChZT – metodą spektrofotometryczną [2];
- Zawiesina ogólna – metodą wagową [6];

- Substancje ekstrahujące się eterem etylowym [9];
- Azot ogólny metodą miareczkową po mineralizacji [5];
- Jony chlorkowe metodą miareczkową [7];
- Wartość pH metodą potencjometryczną [8].

Charakterystyka zastosowanych substancji chemicznych:

- KEMIRA PIX-113 – wodny roztwór siarczynu żelaza (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; pH <1; postać: ciemno-brązowy roztwór; zastosowanie: oczyszczanie ścieków komunalnych i przemysłowych; strącanie fosforu i usuwanie siarkowodoru ze ścieków; wspomaganie zagęszczania osadów;
- KORONA FLOPAM™ – postać: emulsja, zastosowanie: wspomaganie procesów sedymentacji, zagęszczanie; filtracja i flotacja wody.

W ramach przeprowadzonych prac wykonano trzy warianty prób wstępnego oczyszczania zużytych wód technologicznych.

Wariant I – koagulacja cieplna

Przebieg procesu:

- ogrzewanie próby do temperatury 80°C w łaźni wodnej; efektem tego procesu była degradacja białek miofibrylarnych, wytrąconych w postaci kłaczkowatego osadu z drobinami tłuszczu na powierzchni klarownego roztworu;
- sedymentacja próby (2 godz.): powstawał osad białkowo-tłuszczowy zgromadzony na dnie roztworu;
- filtracja wytrąconego osadu: następowało dokładne oddzielenie osadu pokoagulacyjnego od fazy wodnej;
- wirowanie (uzyskanie dwóch frakcji: osad ściekowy, podczyszczona woda technologiczna).

Wariant II – koagulacja chemiczna

Przebieg procesu:

- zastosowanie koagulantu PIX 113 - 0,6 ml/1000 ml. Koagulant dozowano podczas mieszania w celu równomiernego rozprowadzenia stosowanego dodatku;
- mieszanie próby (10 minut);
- sedymentacja próby (2 godz.): osad białkowo-tłuszczowy zgromadzony na dnie roztworu;
- filtracja wytrąconego osadu: dokładne oddzielenie osadu pokoagulacyjnego od fazy wodnej;
- wirowanie (uzyskanie dwóch frakcji: osad ściekowy, podczyszczona woda technologiczna).

Wariant III – koagulacja chemiczna, flokulacja chemiczna, neutralizacja

Przebieg procesu:

- koagulacja chemiczna (koagulant: PIX-113 w ilości 0,6 ml/1000 ml) – mieszanie próby (10 minut);
- flokulacja (flokulant: FLOPAM™ 0,1% w ilości 1,2 ml/1000 ml) – mieszanie próby (10 minut);



Próba surowa
Sample of the
raw material

Wariant I
Variant I

Wariant II
Variant II

Wariant III
Variant III

Rys. 1. Różnice efektywności oczyszczania zużytych wód technologicznych przedstawionymi wariantami 1-3 w stosunku do próby surowej.

Fig.1. Differences in the efficiency of purification of waste water technology embodiments set 1-3 as compared to the sample of the raw material.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

- neutralizacja odczynu kwaśnego w roztworze (30% NaOH);
- sedymentacja próbki (2 godz.): osad białkowo-tłuszczowy zgromadzony na dnie roztworu;
- filtracja wytrąconego osadu: dokładne oddzielenie osadu pokoagulacyjnego od fazy wodnej;
- wirowanie (uzyskanie dwóch frakcji: osad ściekowy, oczyszczona woda technologiczna).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Tabela 1. Średnie zawartości (n=2) wskaźników fizykochemicznych w oczyszczonej próbce zużytych wód technologicznych

Table 1. Average values (n=2) of physico-chemical indicators used in samples of treatment technological waste water

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka miary	Zawartość zanieczyszczeń	Redukcja zanieczyszczeń (%)
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	2081	↓ 49,8
ChZT	mg O ₂ /dm ³	3 490 ± 53	↓ 25,3
Zawiesina ogólna	mg/dm ³	5,4 ± 0,7	↓ 96,8
Azot ogólny	mg N/dm ³	495,5 ± 2,9	↓ 13,3
Ekstrakt eterowy	mg/dm ³	51,4 ± 0,4	↓ 80,1
Jony chlorkowe	mg Cl/dm ³	3 529 ± 32	↓ 10,3

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Przeprowadzone wstępne badania oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb pelagicznych z kutrów rybackich zaopatrzonych w układ chłodzenia RSW wykazały, że najefektywniejszym wariantem usuwania zanieczyszczeń jest stosowanie zarówno koagulacji jak i flokulacji chemicznej, połączonych z neutralizacją odczynu pH (wariant III). Omówiony powyżej proces oczyszczania spowodował uzyskanie najwyższego spośród

Tabela 2. Zawartość zanieczyszczeń (n=2) w próbie zużytych wód technologicznych po 7 dniach przechowywania
Table 2. The content of pollutant (n=2) in technological waste water samples after seven days of storage

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Próba 1		Próba 2	
		1 dzień	7 dni	1 dzień	7 dni
Odczyn pH	-	6,76±0,02	↓ 6,64 ± 0,03	7,02 ± 0,01	↓ 6,56 ± 0,03
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	503	-	589	-
ChZT	mg O ₂ /dm ³	1 084±71	↓ 842 ± 11	1 338 ± 89	↓ 860
Zawiesina ogólna	mg/dm ³	230±20	↓ 191 ± 4	229 ± 1	↓ 163 ± 3
Azot ogólny	mg N/dm ³	99,4±0,3	↓ 83,5 ± 6,3	114,3 ± 2,9	↓ 103,2 ± 0,7
Ekstrakt eterowy	mg/dm ³	47±4	↓ 43 ± 1	48 ± 2	↓ 41 ± 1
Jony chlorkowe	mg Cl/dm ³	3 171±65	↑ 3 352 ± 32	3 343 ± 17	↑ 4 342 ± 16

Źródło: Badania własne

Source: The own study

przeprowadzonych trzech prób stopnia jakości sensorycznej oraz usunięcia zanieczyszczeń. Na rys. 1 przedstawiono różnice efektywności oczyszczania zużytych wód technologicznych przeprowadzonych za pomocą trzech przedstawionych wariantów w stosunku do próby wyjściowej. Tabela 1 przedstawia średnie zawartości wskaźników fizykochemicznych w oczyszczonej próbce zużytych wód technologicznych (wariant III).

Wpływ czasu przechowywania surowych, zużytych wód technologicznych na zawartość w nich zanieczyszczeń

W celu określenia wpływu czasu przechowywania na zawartość zanieczyszczeń w surowych zużytych wodach technologicznych, próbę pochodzącą z portu we Władysławowie przechowywano przez okres 7 dni w warunkach chłodniczych, w temperaturze ok. 4°C. Po tym czasie dokonano analizy wybranych wskaźników zanieczyszczeń. Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabeli 2.

Z danych zawartych w tabeli wynika, że czas przechowywania surowych, zużytych wód technologicznych w warunkach chłodniczych, nie wpłynął istotnie na zawartość w nich substancji zanieczyszczających. Stopień zawartości badanych wskaźników zanieczyszczeń uległ nieznacznemu obniżeniu. Nastąpił jedynie wzrost stężenia jonów chlorkowych w próbce 1 o 5,7%, natomiast w próbce 2 o 29,9%. W przypadku wskaźnika ChZT, jego zawartość zmniejszyła się z 1084÷1338 mg O₂/dm³ do 842÷860 mg O₂/dm³, co spowodowane było absorpcją zanieczyszczeń organicznych przez cząstki stałe znajdujące się w zawiesinie ogólnej.

Pomimo stosunkowo niewielkich zmian w zawartości wskaźników fizykochemicznych, przechowywanie zużytych wód technologicznych nie jest wskazane, m.in. ze względu na intensywnie zachodzące w nich procesy mikrobiologicznego rozkładu.

Oddzielanie części stałych i zawiesin na filtrach lub wirówkach

Przeprowadzone badania wykazały, że proces koagulacji chemicznej nie jest wystarczający do całkowitego usunięcia frakcji stałych zanieczyszczających zużyte wody technologiczne. Dlatego w przeprowadzonych wstępnych badaniach oczyszczania zużytych wód technologicznych, w celu

dokładniejszego oczyszczenia fazy ciekłej zastosowano filtrację próżniową oraz wirowanie.

Filtrację przeprowadzono przy użyciu sączków Munktell 389. Wirowanie wykonano na wirówce laboratoryjnej w temperaturze 15 °C, przy 5000 obrotów/min., w czasie 15 minut.

W wyniku przeprowadzonej filtracji oraz wirowania, w przypadku wszystkich wariantów oczyszczania zużytych wód technologicznych, tworzył się zbity, kłaczkowaty osad. Jego oddzielenie wpłynęło wyraźnie na zmniejszenie ilości zanieczyszczeń w całej objętości roztworu.

Na podstawie przeprowadzonych prób można stwierdzić, że zastosowanie jedynie metody filtracji próżniowej w celu oddzielania fazy stałej od ciekłej, osadzonej w procesie sedymentacji, jest niewystarczające. Z tego względu najkorzystniejszym rozwiązaniem oddzielenia zanieczyszczeń (osadu czynnego) od fazy płynnej jest jego usuwanie mechaniczne na wirówkach.

Wpływ odczynu pH na przebieg procesu oczyszczania chemicznego

Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego [Dz. U. z 2014 r. poz. 1800], ścieki wprowadzane do środowiska naturalnego lub kanalizacji powinny charakteryzować się wartością pH w zakresie od 6,5 do 9 [10].

Surowe, zużyte wody technologiczne po hydraulicznym wyładunku ryb w portach w większości spełniają te kryteria. Średnia wartość pH badanych prób wynosiła 6,85. W procesie podczyszczania, po dodaniu koagulantu, wartość pH zużytej wody technologicznej zmieniała się z odczynu obojętnego do kwaśnego.

W przeprowadzonych próbach, najniższe pH roztworu po dodaniu koagulantu wyniosło 3,2. Np. dodatek 0,6 ml/dm³ koagulantu PIX-u powodował spadek wartości pH z 6,5 do 5,0. W celu zneutralizowania kwaśnego odczynu pH stosowany był dodatek 0,6 ml/dm³ 30% NaOH, w wyniku czego następował wzrost wartości pH z 5,0 do 8,0. Badania wykazały, że neutralizacja wartości pH prób do wartości 8 spowodowała wzrost efektywności i szybkości przebiegu koagulacji oraz flokulacji w procesie oczyszczania zużytych wód technologicznych po hydraulicznym wyładunku ryb.

PODSUMOWANIE

Wstępne próby oczyszczania zużytych wód technologicznych pochodzących z kutrów rybackich po przechowywaniu ryb pelagicznych, były przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych na małych próbach surowca. Należy zauważyć, że w warunkach portowych, efektywność opracowanej metody oraz stopień redukcji wskaźników zanieczyszczeń będą zależały od wielu czynników, w tym od stanu wyjściowego (jakości) zużytych wód technologicznych, wydajności stosowanych instalacji oraz rodzaju i stężenia użytych substancji chemicznych.

LITERATURA

- [1] **GROENWALD R. 2013.** „RSW – nowa jakość w polskim rybołówstwie, ale czy to warto?”. *Wiadomości Rybackie* 9-10 (195): 6-7.
- [2] Instrukcja metody spektrofotometrycznej HACH 8000.
- [3] **PN-EN 1899-1:2002.** Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po *n* dniach (BZTn). Część 1: Metoda rozcieńczania i szczepienia z dodatkiem allilotiomocznika.
- [4] **PN-EN 1899-2:2002.** Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po *n* dniach (BZTn). Część 2: Metoda do próbek nierozcieńczonych.
- [5] **PN-EN 25663:2001.** Jakość wody. Oznaczanie azotu Kjeldahla. Metoda po mineralizacji z selenem.
- [6] **PN-EN 872:2007.** Jakość wody. Oznaczanie zawiesin. Metoda z zastosowaniem filtracji przez sączi z włókna szklanego.
- [7] **PN-ISO 9297:1994.** Jakość wody. Oznaczanie chlorków. Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika (metoda Mohra).
- [8] Procedura Badawcza Zakładu Chemii Żywności i Środowiska MIR-PIB. 2007. Oznaczanie pH metodą potencjometryczną.
- [9] Procedura Badawcza Zakładu Chemii Żywności i Środowiska MIR-PIB. 2008. Oznaczanie zawartości substancji ekstrahujących się eterem etylowym lub naftowym.
- [10] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku. [Dz. U. z 2014 r. poz. 1800].

Dr hab. inż. Zbigniew PAŁACHA, prof. SGGW

Inż. Dawid BUŁKA

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, SGGW w Warszawie

ANALIZA WPLYWU WSPÓŁCZYNNIKA WNIKANIA CIEPŁA NA CZAS ZAMRAŻANIA WYBRANYCH OWOCÓW W TRADYCYJNYCH ZAMRAŻARKACH OWIEWOWYCH®

Analysis of the impact of the heat transfer coefficient for the freezing time
some fruits in traditional air blast®

Słowa kluczowe: owoce, czas zamrażania, współczynnik wnikania ciepła.

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 wartości współczynnika wnikania ciepła oraz temperatury końcowej owoców (-18 i -30°C). Niezależnie od wartości współczynnika wnikania ciepła oraz temperatury końcowej owoców, najkrótszy czas zamrażania otrzymano dla porzeczki czarnych, a najdłuższy dla śliwek. Zaproponowano model potęgowej przydatny do szybkiego oszacowania czasu zamrażania owoców.

Key words: fruits, freezing time, heat transfer coefficient.

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 on the value of heat transfer coefficient and the final temperature of fruits (-18 and -30°C). Irrespective of the value of heat transfer coefficient and the final temperature of fruits, the shortest freezing time obtained for black currants and the longest for plums. Proposed power-law model useful to estimate the freezing time of fruits.

WSTĘP

Zamrażanie żywności w powietrzu jest najbardziej popularną i powszechnie stosowaną metodą zamrażania. W ok. 90% zamrażalni stosuje się obecnie zamrażarki powietrzne. Powietrze jest bardzo złym medium chłodzącym. Wskutek małej wartości przewodności cieplnej właściwej ($\lambda = 0,0195 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) w temperaturze 25°C, współczynniki wnikania ciepła (α) są niewielkie i w rezultacie czas zamrażania jest długi [1]. W celu skrócenia czasu zamrażania dąży się do uzyskania jak największej wartości współczynnika wnikania ciepła, ale zabieg ten jest energochłonny. Przyjmuje się, że współczynnik wnikania ciepła rośnie wg zależności $\alpha \approx u^{0,69}$, a zapotrzebowanie energii do napędu wentylatorów $N \approx u^3$. W efekcie, np. wzrost prędkości powietrza w zamrażarce owiewowej z 3 do 4 m/s podnosi wartość współczynnika wnikania ciepła o 21%, a zapotrzebowanie mocy rośnie blisko o 115% [1]. Należy zaznaczyć, że wzrost mocy wentylatorów zwiększa bilans ciepła zamrażarki i zapotrzebowanie mocy sprężarek, zatem prędkość strumienia powietrza należy planować bardzo ostrożnie, zwracając uwagę na jej równomierny rozkład w przekroju zamrażarki i dokładny owiew zamrażanych produktów.

Oprócz wartości współczynnika wnikania ciepła, na czas zamrażania wpływają inne czynniki zależne od rodzaju

i właściwości fizycznych zamrażanych produktów, takie jak: wielkość, kształt, gęstość i przewodność cieplna właściwa oraz czynna różnica temperatury [11, 12, 13]. Ogólnie, parametrem mającym największy wpływ na czas zamrażania jest wymiar charakterystyczny materiału. Nieco mniejszy wpływ odgrywają kształt materiału, współczynnik wnikania ciepła, temperatura medium chłodzącego i rodzaj surowca. Natomiast najmniejszy wpływ wykazały temperatura początkowa oraz temperatura końcowa materiału w jego centrum termicznym [2, 3, 4, 7, 8, 9].

Celem artykułu jest analiza wpływu wartości współczynnika wnikania ciepła na czas zamrażania dziesięciu wybranych owoców zamrażanych tradycyjną metodą owiewową. Zakres pracy obejmował obliczenie i porównanie czasu zamrażania owoców o różnych kształtach, w zależności od 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, a średnia temperatura powietrza mrozącego (t_m) wynosiła -35°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 tradycyjną metodą owiewową.

3. Metody obliczeniowe

3.1. Obliczanie czasu zamrażania

Czas zamrażania owoców w kształcie kuli o średnicy d_e obliczano z równania [5]:

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

Czas zamrażania owoców w kształcie prostopadłościanu (kostka jabłka o boku $l_e = 10$ mm) obliczano z równania [5]:

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

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

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

$\Delta t = t_{kr} - t_m$ – różnica temperatury między temperaturą krytyczną produktu (t_{kr}) i temperaturą powietrza mrozącego (t_m), °C,

α – współczynnik wnikanie ciepła od powierzchni produktu do powietrza, W/(m²×K),

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

P, R – współczynniki zależne od stosunku boków odpowiednio $a:l$ i $b:l$ (dla 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 [8]:

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

Entalpię produktu w temperaturze końcowej ($t_e = -18^\circ\text{C}$) obliczano ze wzoru [8]:

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

Entalpię produktu w temperaturze końcowej ($t_e = -30^\circ\text{C}$) obliczano ze wzoru [8]:

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

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 [10]:

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

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

3.4. Obliczanie współczynnika wnikanie ciepła

Współczynnik wnikanie ciepła obliczano ze wzoru [1]:

$$\alpha = 9,7 \cdot u^{0,69} \quad (8)$$

gdzie: α – współczynnik wnikanie ciepła, W/(m²×K),

u – prędkość strumienia powietrza w wolnym przekroju zamrażarki, m/s.

Założono, że prędkość strumienia powietrza będzie wzrastała od 1 do 9 m/s, z przyrostem o 1 m/s.

4. Zestawienie danych wyjściowych przyjętych do analizy czasu zamrażania

W tabeli 1 zestawiono dane wyjściowe owoców niezbędne do obliczenia czasu zamrażania, a w tabeli 2 zestawiono obliczone wartości współczynnika wnikanie ciepła przy zmianie prędkości strumienia powietrza mrozącego.

Tabela 2. Obliczone wartości współczynnika wnikanie ciepła przy różnych prędkościach powietrza mrozącego

Table 2. The calculated value of the heat transfer coefficient at different speeds freezing air

Prędkość powietrza, m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Współczynnik α , W/(m ² ·K)	10	16	21	25	30	33	37	41	44

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

W tabelach 3 i 4 podano obliczone wartości czasu zamrażania dla poszczególnych owoców w zależności od przyjętej wartości współczynnika wnikanie ciepła i ich końcowej temperatury -18 i -30°C. Natomiast na rysunkach 1 – 3 przedstawiono przykładową ilustrację zmiany czasu zamrażania w zależności od wartości współczynnika wnikanie ciepła dla porzeczek czarnych, truskawek i śliwek.

Analizując poszczególne wartości czasu zamrażania należy stwierdzić, że bez względu na rodzaj owoców, wraz ze wzrostem współczynnika wnikanie ciepła, 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]	$d_e = 18^*$	$d_e = 10^{[12]}$	10x10x10	$d_e = 9^{[9]}$	$d_e = 20^{[9]}$	$d_e = 8^*$	$d_e = 10^*$	$d_e = 35^{[13]}$	$d_e = 24^{[13]}$	$d_e = 19^{[2]}$
X_w [kg/kg]	0,883 ^[6]	0,851 ^[6]	0,868 ^[4]	0,851 ^[4]	0,858 ^[4]	0,847 ^[6]	0,842 ^[4]	0,857 ^[1]	0,900 ^[1]	0,830 ^[6]
t_{kr} [°C]	-1,7 ^[9]	-1,5 ^[1]	-2,0 ^[9]	-1,9 ^[1]	-1,1 ^[1]	-1,0 ^[9]	-1,0 ^[9]	-2,2 ^[9]	-1,2 ^[9]	-3,3 ^[9]
ρ_o [kg/m ³]	1050 ^[1]	1000 ^[9]	990 ^[9]	1000 ^[9]	998 ^[9]	1000 ^[9]	1000 ^[9]	1030 ^[9]	950 ^[9]	1040 ^[9]
$\rho_{z(-18)}$ [kg/m ³]	980	935	929	939	934	934	934	966	884	981
$\rho_{z(-30)}$ [kg/m ³]	977	932	926	936	932	932	932	962	882	976
c_o [kJ/(kg·K)]	3,77 ^[9]	3,60 ^[9]	3,60 ^[9]	3,60 ^[9]	3,56 ^[9]	3,69 ^[9]	3,69 ^[9]	3,68 ^[9]	3,88 ^[9]	3,64 ^[9]
c_e [kJ/(kg·K)]	1,93 ^[9]	1,89 ^[9]	1,89 ^[9]	1,89 ^[9]	1,88 ^[9]	1,89 ^[9]	1,89 ^[9]	1,88 ^[9]	2,01 ^[9]	1,89 ^[9]
λ_e [W/(m·K)]	1,88 ^[9]	1,86 ^[9]	1,79 ^[9]	1,76 ^[9]	1,82 ^[9]	1,86 ^[9]	1,86 ^[9]	1,80 ^[9]	1,95 ^[9]	1,67 ^[9]
q_z [kJ/kg]	293,6 ^[9]	285,3 ^[9]	282,0 ^[9]	275,0 ^[9]	283,8 ^[9]	279,6 ^[9]	279,6 ^[9]	286,1 ^[9]	289,6 ^[9]	279,6 ^[9]
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_e kJ/kg]	42,5	41,6	41,6	41,6	41,4	41,6	41,6	41,4	44,2	41,6
i_e' [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 ^[n] oznacza pozycję literaturową, indeks górny * oznacza wartość założoną, brak indeksu – wartości obliczone

Source: Superscript [n] means references superscript * is the value established, the Lack of index – calculated values

Tabela 3. Obliczony czas zamrażania [min] dla wybranych owoców ($t_e = -18^\circ\text{C}$)Table 3. The calculated freezing time [min] for selected fruits ($t_e = -18^\circ\text{C}$)

Owoce	Współczynnik wnikania ciepła, W/(m ² ·K)								
	10	16	21	25	30	33	37	41	44
Agrest	58,5	37,0	28,6	24,2	20,4	18,7	16,8	15,3	14,3
Borówki	29,5	18,6	14,3	12,0	10,1	9,2	8,3	7,5	7,0
Jabłka	29,5	18,5	14,1	12,1	9,9	9,0	8,3	7,3	6,8
Jagody czarne	26,3	16,6	12,7	10,7	9,0	8,2	7,4	6,7	6,2
Maliny	58,6	37,2	28,7	24,4	20,6	18,9	17,0	15,5	14,5
Porzeczki czarne	22,9	14,4	11,0	9,3	7,8	7,1	6,4	5,8	5,4
Porzeczki czerwone	28,7	18,1	13,9	11,7	9,8	9,0	8,0	7,3	6,8
Śliwki	113,8	73,1	57,0	48,7	41,5	38,2	34,6	31,8	29,9
Truskawki	69,4	44,2	34,1	29,0	24,5	22,5	20,3	18,5	17,4
Wiśnie	62,8	39,9	30,8	26,2	22,1	20,2	18,2	16,6	15,6

Źródło: Opracowanie własne

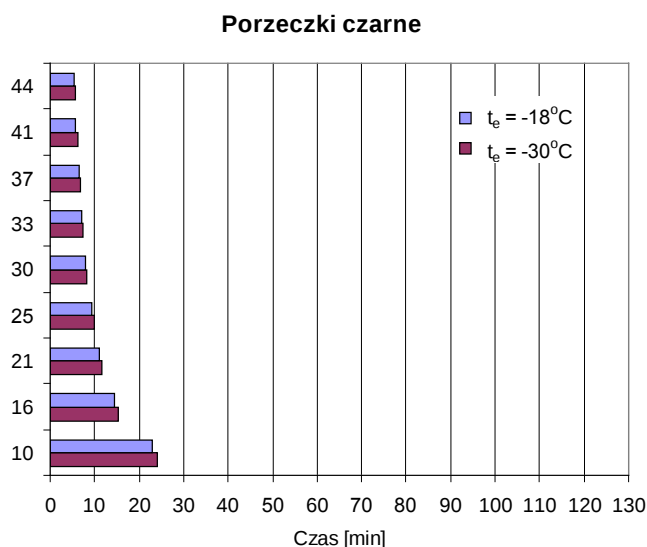
Source: Own study

Tabela 4. Obliczony czas zamrażania [min] dla wybranych owoców ($t_e = -30^\circ\text{C}$)Table 4. The calculated freezing time [min] for selected fruits ($t_e = -30^\circ\text{C}$)

Owoce	Współczynnik wnikania ciepła, W/(m ² ·K)								
	10	16	21	25	30	33	37	41	44
Agrest	61,8	39,1	30,2	25,6	21,6	19,7	17,7	16,2	15,2
Borówki	31,2	19,7	15,1	12,7	10,7	9,7	8,7	7,9	7,4
Jabłka	31,2	19,5	14,9	12,5	10,5	9,5	8,5	7,7	7,2
Jagody czarne	27,8	17,5	13,4	11,3	9,5	8,7	7,8	7,1	6,6
Maliny	62,1	39,4	30,4	25,8	21,8	20,0	18,0	16,4	15,4
Porzeczki czarne	24,2	15,2	11,7	9,8	8,2	7,5	6,7	6,1	5,7
Porzeczki czerwone	30,4	19,1	14,7	12,4	10,4	9,5	8,5	7,7	7,2
Śliwki	120,1	77,2	60,1	51,4	43,7	40,3	36,5	33,5	31,6
Truskawki	73,6	46,8	36,2	30,7	26,0	23,8	21,5	19,6	18,4
Wiśnie	66,3	42,1	32,5	27,6	23,3	21,4	19,3	17,6	16,5

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

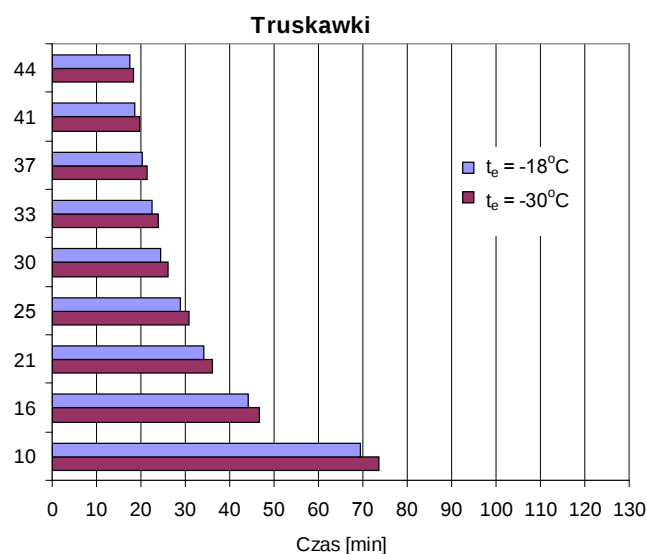


Rys. 1. Wpływ współczynnika wnikanie ciepła na czas zamrażania porzeczek czarnych.

Fig. 1. The impact of heat transfer coefficient for the freezing time of black currants.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



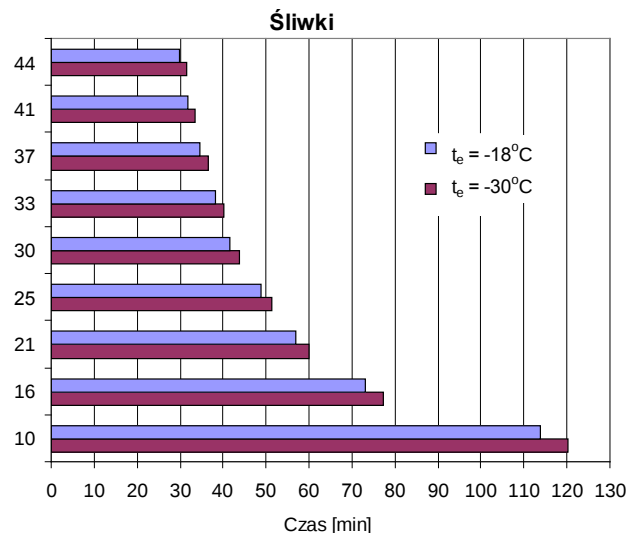
Rys. 2. Wpływ współczynnika wnikanie ciepła na czas zamrażania truskawek.

Fig. 2. The impact of heat transfer coefficient for the freezing time of strawberries.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

uległ skróceniu. Wzrost współczynnika wnikanie ciepła z 10 do 44 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (4,4-krotny), spowodował podobne obniżenie czasu zamrażania, bez względu na końcową temperaturę owoców. W przypadku kostek jabłka spadek czasu zamrażania był największy (4,3-krotny), a najmniejszy dla śliwek (3,8-krotny) (tab. 3 – 4). Analiza rysunków 1 – 3 pozwala stwierdzić, że największe skrócenie czasu zamrażania wystąpiło, kiedy wartość współczynnika wnikanie ciepła wzrosła z 10 do 30 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Powyżej wartości 30 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, jego wzrost miał coraz mniejsze znaczenie w obniżeniu



Rys. 3. Wpływ współczynnika wnikanie ciepła na czas zamrażania śliwek.

Fig. 3. The impact of heat transfer coefficient for the freezing time of plums.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

czasu zamrażania. Tendencję tę zauważono zarówno w temperaturze końcowej owoców -18°C jak i -30°C . Ponadto, im wymiar charakterystyczny owocu był większy ($d_{\text{śliwki}} > d_{\text{truskawki}} > d_{\text{porzeczek czarne}}$), tym wpływ współczynnika wnikanie ciepła na czas zamrażania był bardziej wyraźny (rys. 1 – 3). Ponieważ wzrost wartości współczynnika wnikanie ciepła pociąga za sobą znaczny wzrost zapotrzebowania mocy, wydaje się, że w tradycyjnych zamrażarkach owiewowych nie powinien on przekraczać wartości 30 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Spośród badanych owoców najdłuższym czasem zamrażania charakteryzowały się śliwki dla najmniejszej wartości współczynnika wnikanie ciepła (10 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$). Wyniósł on odpowiednio 113,8 minuty dla $t_e = -18^\circ\text{C}$ i 120,1 minuty dla $t_e = -30^\circ\text{C}$ (tab. 3 – 4, rys. 3). Z kolei, najkrótszy czas zamrażania dla tej samej wartości współczynnika α , stwierdzono dla porzeczek czarnych. Wyniósł on odpowiednio 22,9 minuty dla $t_e = -18^\circ\text{C}$ i 24,2 minuty dla $t_e = -30^\circ\text{C}$ (tab. 3 – 4, rys. 1). Czas zamrażania śliwek dla każdej wartości współczynnika wnikanie ciepła był od 5,0 do 5,5 razy dłuższy niż w przypadku porzeczek czarnych. Największy wpływ na wartość czasu zamrażania miała średnica zamrażanego surowca (średnica porzeczek czarnych była 4,4 razy mniejsza od średnicy śliwek).

Wartości czasu zamrażania borówek, jagód czarnych, porzeczek czarnej i czerwonej oraz kostek jabłka (tab. 3 – 4) były zbliżone do siebie dla każdej wartości współczynnika wnikanie ciepła. Podobnie, zbliżone wartości czasu zamrażania stwierdzono dla agrestu, malin, truskawek i wiśni (tab. 3 – 4). Tym niemniej, czas zamrażania drugiej grupy owoców, był od 2 do 3 razy dłuższy niż owoców grupy pierwszej. Różnica ta wynikała głównie z blisko dwukrotnie większej średnicy owoców drugiej grupy. Rodzaj owocu oraz jego właściwości fizyczne nie miały tak istotnego wpływu na czas zamrażania, jaki miał ich wymiar charakterystyczny. Spostrzeżenia te znalazły potwierdzenie wcześniej w pracy Pałachy i Krystian [8].

Obniżając średnią temperaturę końcową (t_c) owoców z -18 do -30°C otrzymano nieznacznie dłuższy czas zamrażania dla każdego owocu. Średnia długość czasu zamrażania zwiększyła się o ok. 5,5% i była niezależna od wartości współczynnika wnikania ciepła. Tłumaczy to fakt, iż obniżenie temperatury końcowej wiązało się z obniżeniem wartości entalpii dla temperatury końcowej, a to spowodowało, że różnica entalpii w temperaturze początkowej i końcowej zamrażanych owoców nieco się zwiększyła, co z kolei nieznacznie wydłużyło czas zamrażania.

Po przeanalizowaniu czasu zamrażania owoców, podjęto próbę znalezienia zależności funkcyjnej między czasem zamrażania a współczynnikiem wnikania ciepła. Do opisu tej zależności zaproponowano model potęgowy w postaci:

$$\tau = a \cdot \alpha^b \quad (9)$$

gdzie: τ – czas zamrażania, min,

α – współczynnik wnikania ciepła, W/(m²·K),

a, b – stałe.

Tabela 5. Zależność czasu zamrażania od wartości współczynnika wnikania ciepła opisana modelem potęgowym

Table 5. The dependence of the freezing time on the value of the heat transfer coefficient described powerlaw model

Owoce	Temperatura końcowa -18°C		Temperatura końcowa -30°C	
	Model potęgowy	R ²	Model potęgowy	R ²
Agrest	$\tau = 527,16 \cdot \alpha^{-0,956}$	0,9999	$\tau = 555,98 \cdot \alpha^{-0,955}$	0,9999
Borówki	$\tau = 277,52 \cdot \alpha^{-0,974}$	1,0000	$\tau = 294,94 \cdot \alpha^{-0,976}$	1,0000
Jabłka	$\tau = 285,55 \cdot \alpha^{-0,986}$	0,9998	$\tau = 307,20 \cdot \alpha^{-0,994}$	1,0000
Jagody czarne	$\tau = 248,01 \cdot \alpha^{-0,975}$	0,9999	$\tau = 261,56 \cdot \alpha^{-0,974}$	0,9999
Maliny	$\tau = 519,15 \cdot \alpha^{-0,948}$	0,9999	$\tau = 551,10 \cdot \alpha^{-0,949}$	0,9998
Porzeczki czarne	$\tau = 217,70 \cdot \alpha^{-0,979}$	0,9999	$\tau = 231,34 \cdot \alpha^{-0,981}$	1,0000
Porzeczki czerwone	$\tau = 270,47 \cdot \alpha^{-0,975}$	1,0000	$\tau = 286,60 \cdot \alpha^{-0,975}$	1,0000
Śliwki	$\tau = 927,27 \cdot \alpha^{-0,913}$	0,9997	$\tau = 980,01 \cdot \alpha^{-0,914}$	0,9997
Truskawki	$\tau = 607,06 \cdot \alpha^{-0,943}$	0,9998	$\tau = 645,18 \cdot \alpha^{-0,944}$	0,9998
Wiśnie	$\tau = 555,93 \cdot \alpha^{-0,948}$	0,9999	$\tau = 585,05 \cdot \alpha^{-0,947}$	0,9998

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W tabeli 5 zestawiono równania, z których można obliczyć czas zamrażania poszczególnych owoców dla określonej wartości współczynnika wnikania ciepła (od 10 do 44 W/(m²·K)).

O słuszności doboru modelu potęgowego do opisu opracowanych danych, świadczy bardzo wysoka wartość współczynnika determinacji (R^2), równa lub bliska 1. Wartość stałej b w przypadku wszystkich owoców mieściła się w przedziale od -0,994 do -0,913. Zbliżone wartości stałej b wskazują na podobny przebieg zmiany czasu zamrażania owoców w zależności od zmiany współczynnika wnikania ciepła. Praktycznie, końcowa temperatura owoców nie miała istotnego wpływu na wartość stałej b . Ogólnie, wartości stałej a w modelu potęgowym, dla końcowej temperatury owoców -30°C, mieściły się w przedziale od 231,34 (porzeczki czarne) do 980,01 (śliwki), a dla temperatury -18°C, od 217,70 do 927,27 i były odpowiednio od 5 do 6% niższe. Zaproponowany model potęgowy oraz znajomość wartości stałych a i b pozwolił na łatwość obliczyć czas zamrażania danego owocu do określonej temperatury końcowej (-18 lub -30°C), przy założonej wartości współczynnika wnikania ciepła.

Należy jednak podkreślić, że oprócz czasu zamrażania, dobierając optymalną metodę zamrażania owoców, należy również uwzględnić inne czynniki natury technologicznej, technicznej, ekonomicznej i organizacyjnej.

WNIOSKI

1. Czas zamrażania owoców w tradycyjnych zamrażarkach owiewowych znacząco zależał od wartości współczynnika wnikania ciepła, szczególnie dla wartości od 10 do 30 W/(m²·K).
2. Niezależnie od wartości współczynnika wnikania ciepła oraz temperatury końcowej owoców, najkrótszy czas zamrażania otrzymano dla porzeczek czarnych, a najdłuższy dla śliwek.
3. Borówki, jagody czarne, porzeczki czarne i czerwone oraz kostki jabłek uzyskały zbliżony czas zamrażania, który był od 2 do 3 razy krótszy od czasu zamrażania agrestu, malin, truskawek i wiśni.
4. Obniżenie temperatury końcowej owoców z -18 do -30°C, spowodowało nieznaczne wydłużenie czasu ich zamrażania o ok. 5,5 %, bez względu na wartość współczynnika wnikania ciepła.
5. Zaproponowany model potęgowy może być przydatny do szybkiego oszacowania czasu zamrażania owoców w tradycyjnych zamrażarkach owiewowych.

LITERATURA

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

- [5] **PAŁACHA Z. 2014.** Zamrażanie żywności. W: Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Wyd. 4. (red. P.P. Lewicki), Warszawa: WNT: 320-345.
- [6] **PAŁACHA Z. 2010.** Właściwości cieplne. W: Właściwości fizyczne żywności (red. Z. Pałacha, I. Sitkiewicz), Warszawa: WNT: 81-112.
- [7] **PAŁACHA Z., G. ŚWISTAK. 2015.** „Analiza czasu zamrażania wybranych warzyw przy zmiennych parametrach procesu zamrażania”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 25/46(1): 9-14.
- [8] **PAŁACHA Z., J. KRYSTIAN. 2014.** „Analiza czasu zamrażania wybranych owoców przy zmiennych parametrach procesu zamrażania”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 24/45(2): 62-67.
- [9] **PAŁACHA Z., E. JANISZEWSKA. 2012.** Zamrażanie żywności. W: Wybrane zagadnienia obliczeniowe inżynierii żywności (red. D. Witrowa-Rajchert, P.P. Lewicki), Warszawa: Wyd. SGGW: 252-281.
- [10] **PAŁACHA Z., W. RACZYŃSKI. 2005.** „Opracowanie metody oznaczania gęstości wybranych owoców w stanie zamrożonym”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 16/27(2): 55-59.
- [11] **POSTOLSKI J. 2007.** „Prawie wszystko o...technologii chłodniczej żywności” (cz. 24). Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna 1: 11-16.
- [12] **PRACA ZBIOROWA 2008.** Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego (red. K. Świetlikowska), Warszawa: Wyd. SGGW.
- [13] **PRACA ZBIOROWA 1994.** Pomologia (red. A. Rejman), Warszawa: PWRiL.

Dr hab. inż. Małgorzata WRONIAK

Mgr inż. Daria PREJS

Dr hab. inż. Monika JANOWICZ*

Dr inż. Katarzyna RATUSZ

Mgr inż. Małgorzata KORNATOWSKA

Katedra Technologii Żywności, *Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

Wydział Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE PRZEKĄSEK PSZENNYCH I ZIEMNIACZANYCH SMAŻONYCH W RÓŻNYCH TŁUSZCZACH®

Selected quality parameters of wheat and potato snacks fried in different fats®

Słowa kluczowe: przekąski, smażenie, jakość, tekstura, mikrostruktura, tłuszcze.

Coraz większym zainteresowaniem wśród konsumentów cieszą się smażone produkty przekąskowe. Wśród nich wyróżniamy chrupki (prażynki) uzyskane z półproduktów typu pellet. W czasie smażenia pellety ekspandują, dzięki czemu otrzymują specyficzną chrupką i delikatną teksturę. Celem pracy przedstawionej w artykule było określenie wpływu rodzaju tłuszczu użytego do smażenia na jakość smażonych przekąsek pszennych i ziemniaczanych. Smażono pellety pszenne i ziemniaczane w 5 różnych tłuszczach: oleju rzepakowym rafinowanym, oleju rzepakowym tłoczonym na zimno, oliwie z oliwek, smalcu, a w celach porównawczych w tłuszczu palmowym. W smażonych przekąskach oznaczono zawartość wody, tłuszczu, teksturę i mikrostrukturę. Stwierdzono wysoką zawartość tłuszczu w smażonych przekąskach: pszennych od 21,56% w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno, do 32,96% w oleju palmowym oraz w przekąskach ziemniaczanych od 19,61% w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno, do 38,76% w palmowym. Rodzaj użytego do smażenia tłuszczu nie miał istotnego wpływu na teksturę przekąsek.

Key words: snacks, frying, quality, texture, microstructure, fats.

Nowadays, more and more popular among consumers become fried snacks products. Among them we single out crisps (snacks) obtained from semi-finished type of pellet. During frying pellets are expanding, so why they get a specific crisp and delicate texture. The aim of this study was to determine the effect of type of fat used for frying on the quality of wheat and potato snacks. Wheat and potato pellets were fried in 5 different fats: refined rapeseed oil, rapeseed cold pressed oil, olive oil, lard and for comparative purposes in palm fat. The content of water, fat, texture and microstructure of snacks were determined. There was found a high fat content from 21,56% in wheat snacks fried in cold pressed rapeseed oil to 32,96% fired in palm oil. The content of fat in potato snacks was detected in the range from 19.61% in snacks fried in cold pressed rapeseed oil to 38,76% in snacks fried in palm oil. The type of fat which was used for frying had no significant effect on the texture of snacks.

WPROWADZENIE

Obecnie smażone produkty przekąskowe, do których zaliczamy między innymi: chipsy, frytki oraz chrupki (prażynki) cieszą się rosnącą popularnością wśród dzieci i młodzieży, a możliwość przygotowania ich z półproduktu w domu sprawia, że są jeszcze bardziej atrakcyjne [18]. Pomimo, że posiadają zróżnicowany kształt, barwę, smak czy zapach, to jednak mają jedną wspólną cechę – chrupką oraz delikatną teksturę. Półprodukty, z których przygotowujemy są smażone przekąski, zwane również pelletami, uzyskiwane są metodą ekstruzji z mieszanin różnych składników, wśród których dominują surowce zbożowe, bądź ziemniaczane. W czasie smażenia pellety ekspandują, zwiększając

swoją objętość, stają się porowate dzięki czemu otrzymują specyficzną chrupką teksturę [7, 8, 19, 20]. Chipsy ziemniaczane otrzymywane są natomiast przez wysmażenie cienkich plasterków ziemniaka, o grubości 1–2 mm w temp. 170–180°C. Do smażenia chipsów stosowane są zwykle różnego rodzaju oleje roślinne poddane modyfikacjom, zwiększającym ich stabilność termooksydacyjną. W Ameryce popularny jest olej bawełniany i słonecznikowy, natomiast w Europie dominuje olej rzepakowy i częściowo uwodorniony olej sojowy [10, 13].

Chipsy ziemniaczane oraz różnego rodzaju prażynki, ze względu na sposób ich otrzymywania, a w szczególności proces smażenia, charakteryzują się podobnymi cechami

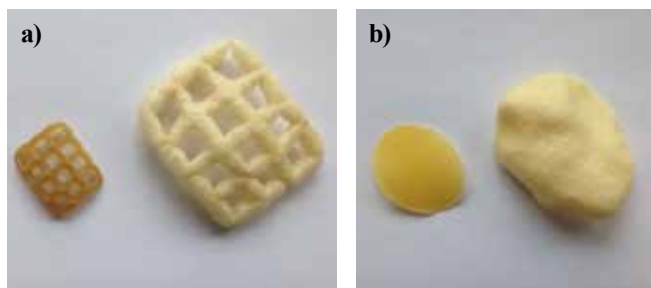
jakościowymi: niską zawartością wody (chipsy < 2%, prażynki < 4,5%), swoistym smakiem i zapachem, charakterystyczną barwą (chipsy – złocistożółtą, prażynki – beżową, kremowo – żółtą), chrupką i delikatną teksturą, stosunkowo wysoką zawartością tłuszczu (chipsy 33-39%, prażynki do 45%) [9, 14].

Najważniejszą cechą sensoryczną jest jednak delikatna, chrupka tekstura tych produktów przekąskowych. Równie istotna jest zawartość tłuszczu w gotowych produktach. Tłuszcz nie tylko wpływa na teksturę gotowego wyrobu, ale jest także nośnikiem smaku i zapachu. Wysoka kaloryczność przekąsek sprawia, że jednym z kierunków modyfikacji tego typu produktów jest zmniejszenie zawartości tłuszczu [9].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu rodzaju tłuszczu użytego do smażenia na jakość smażonych przekąsek pszennych i ziemniaczanych.

MATERIAŁY I METODY

Materiał badany stanowiły dwa rodzaje pelletu „Przysmak Świętokrzyski” wyprodukowane przez WSP „Społem” w Kielcach: pszenne (forma kratka) i ziemniaczane (forma owal) (rys. 1), oraz 4 rodzaje tłuszczu: olej rzepakowy rafinowany: „Olej wyborowy rzepakowy” wyprodukowany przez FHPU „Marlibo” Z.P.Chr. – Bolesław, oliwa z oliwek extra vergine: „Oliwa z oliwek Extra Vergine” z pierwszego tłoczenia wyprodukowana przez MONINI Sp.A. Włochy, smalec: „Smalec wyborowy” wyprodukowany przez Animex Foods Sp. z o.o. - Morliny, olej rzepakowy tłoczony na zimno: wytłoczony na prasie ślimakowej firmy Farnet (Czechy), z nasion rzepaku odmian „00”, Zakład Doświadczalny SGGW „Obory”, temp. wytłoczenia oleju $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Dodatkowo do celów porównawczych użyto do smażenia pelletów tłuszcz palmowy stały z ZT Kruszwica.



Rys. 1. Materiał badany, gdzie: a) pellet i prażynka pszenna, b) pallet i prażynka ziemniaczana.

Fig. 1. Test material, where: a) pellet and wheat snack, b) pellet and potato snack.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Przeprowadzono smażenie pelletów w czterech różnych tłuszczach, w naczynku aluminiowym o pojemności 135 cm^3 (60 cm^3 tłuszczu). Prażynki otrzymano przez smażenie pojedynczych pelletów w głębokim tłuszczu podgrzanym do temperatury 185°C - 195°C przez około 4 sekundy od momentu ich wypłynięcia na powierzchnię. Najpierw smażono pellet ziemniaczany, następnie pszenne. Po smażeniu produkty wykładano na ręcznik papierowy w celu

odsączenia tłuszczu. Smażenie przeprowadzono w dwóch seriach.

Ocena jakości przekąsek smażonych obejmowała m.in. oznaczenie zawartości wody. Oznaczenie to wykonano metodą suszarkową w temp. 130°C przez 1 godzinę. Oznaczenie zawartości tłuszczu wykonano metodą Soxhleta przez zastosowanie urządzenia marki Soxtec. Uprzednio wysuszone i rozdrobnione próbki (ok. 5 g) zostały umieszczone w gilzach aparatu i poddane ekstrakcji przy użyciu eteru naftowego.

Oznaczenie tekstury przeprowadzono za pomocą teksturometru TA.XT Plus (rys. 2). Zastosowano program Tortilla Chips oraz metalowy, cylindryczny pierścień (P36 R) o średnicy 36 mm, który pozwala zmierzyć siłę potrzebną do zniszczenia prażynki (N), która jest miarą twardości. Test prowadzono z prędkością przesuwu głowicy 1 mm/s , na głębokość 3 mm od momentu dotknięcia prażynki. Wykonano po 21 pomiarów siły ściskania każdej próbki.



Rys. 2. Oznaczenie tekstury za pomocą teksturometru TA.XT Plus.

Fig. 2. Determination of the texture using TA.XT Plus Texture Analyser.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Strukturę wewnętrzną prażynek oceniono na podstawie zdjęć przekroju wykonanych za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego TM-3000 HITACHI High-Technologies Corporation. Zdjęcia prażynek w stanie naturalnym (bez usuwania tłuszczu) otrzymano przy powiększeniu 100 i 120-krotnym. Analizy zdjęć dokonano za pomocą programu MultiScan v. 18.03 firmy Computer Scanning Systems.

Ocenę sensoryczną produktów przekąskowych przeprowadzono z udziałem 10-osobowego zespołu przeszkolonych degustatorów metodą skalowania, na skali liniowej o długości 100 mm wg Baryłko-Pikielna i Matuszewska [1]. Oceniano takie cechy jak: wygląd, smak, zapach, tekstura, jakość ogólna (tab. 1).

Do statystycznej weryfikacji wyników zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji. Ocenę istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi wykonano testem Scheffego przy $p=0,05$. Analizę wariancji i korelację liniową wykonano w programie Statistica 12.5.

Tabela 1. Podstawowe wyróżniki jakościowe wykorzystane do oceny sensorycznej przekąsek smażonych

Table 1. General qualitative discriminants used to evaluate the sensory of snacks

	Wyróżniki	Ocena (oznaczenia brzegowe)
Wygląd:	- barwa	jasna - ciemna
Zapach:	- tłuszczowy - ziemniaczany/pszenny - spalony - zjełczały - obcy	niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny
Smak:	- tłuszczowy - ziemniaczany/pszenny - spalony - zjełczały - gorzki - słony - obcy	niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny niewyczuwalny – wyczuwalny
Tekstura:	- twardość - kruchość	miękki – twardy niekruchy - kruchy
	Jakość ogólna	zła – bardzo dobra

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Jaworska i Hoffmann [6]

Source: Study based on Jaworska and Hoffmann [6]

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

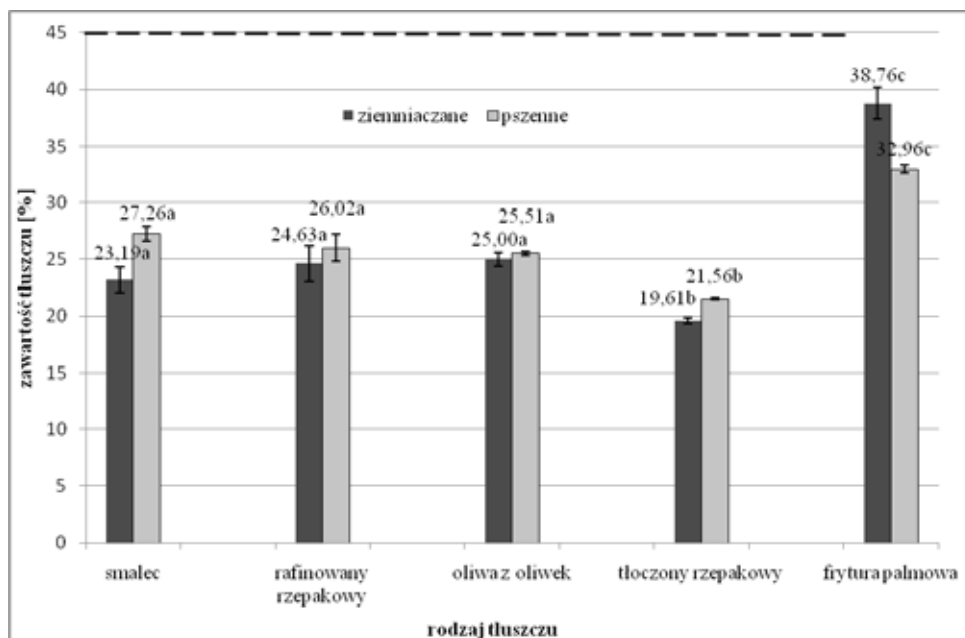
Wpływ rodzaju medium smażalniczego na zawartość tłuszczu i wody w przekąskach

Analizując wpływ rodzaju użytego do smażenia tłuszczu na zawartość tłuszczu w przekąskach, stwierdzono, że przy $p = 0,05$, występują istotne statystycznie różnice pomiędzy wyrobami smażonymi w różnych tłuszczach. W przypadku przekąsek pszennych najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się produkty smażone we fryturze palmowej 32,96% tłuszczu, natomiast najniższą smażone w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno 21,56% (rys. 3). Porównywalne zawartości tłuszczu odnotowano w przekąskach smażonych w oliwie z oliwek, oleju rafinowanym rzepakowym i smalcu, w granicach od 25,51 do 27,26%. Podobne zależności zaobserwowano w przekąskach ziemniaczanych. Najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się również produkty smażone we fryturze palmowej 38,76%, natomiast najniższą w oleju rzepakowym 19,61% (rys. 3).

wym tłoczonym na zimno 19,61% (rys. 3). Porównywalne wyniki otrzymano w prażynkach usmażonych w oliwie z oliwek, oleju rzepakowym rafinowanym i smalcu. Wartości wahały się w granicach od 23,19% w smalcu, do 25,00% w oliwie z oliwek. Zawartość tłuszczu w przekąskach smażonych nie powinna być wyższa niż 45% [9]. Prażynki pszenne chłonęły większe ilości tłuszczu, niż ziemniaczane, jednak wyjątek stanowiły te smażone w fryturze palmowej (rys. 3).

Kita i Lisińska [10] smażyły chipsy w oleju utwardzonym oraz oleju płynnym i stwierdziły, że większe ilości tłuszczu zostały zaadsorbowane w przypadku chipsów smażonych w oleju utwardzonym. Gałka [2] smażyła pellety ziemniaczane o różnej wilgotności w oleju palmowym. Zawierały one od 14 do 28% tłuszczu, na co miał wpływ skład recepturowy i wilgotność. Również Kita [9] zaobserwowała, że produkty przekąskowe tj. chipsy ziemniaczane smażone w tłuszczu modyfikowanym i oleju palmowym zawierały więcej tłuszczu, niż te smażone w olejach ciekłych: rzepakowym i słonecznikowym, natomiast odwrotne zależności zaobserwowała w przypadku chrupek pszennych. Górnicka i Kita [4] w chrupkach pszennych smażonych w wysokooleinowych olejach otrzymały zawartość tłuszczu na poziomie 22,67%.

Zauważono istotne statystycznie różnice w zawartości wody w przekąskach pszennych i ziemniaczanych smażonych w różnych tłuszczach. Prażynki ziemniaczane charakteryzowały się znacznie niższą zawartością wody, niż pszenne. W produktach ziemniaczanych zawartość wody wahała się od 2,55 do 3,73%, natomiast w pszennych od 3,80 do 4,17% (rys. 4). Górnicka i Kita [4] w przypadku chrupek



Rys. 3. Zawartość tłuszczu [%] w przekąskach pszennych i ziemniaczanych smażonych w różnych tłuszczach, (gdzie a, b - wartości oznaczone tymi samymi literami w obrębie rodzaju przekąsek nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 3. The fat content [%] in wheat and potato snacks fried in a variety of fats (where a, b - Values designated with the same letters within the genus snacks did not differ significantly with $p \leq 0.05$).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

pszennych smażonych w olejach wysokooleinowych otrzymały wilgotność na poziomie 3,28%. Odpowiednia wilgotność przekąsek nie powinna przekraczać 5% [20]. Zbyt wysoka zawartość wody powoduje, że produkty gotowe nie mają pożądanej chrupkiej i delikatnej tekstury [9].

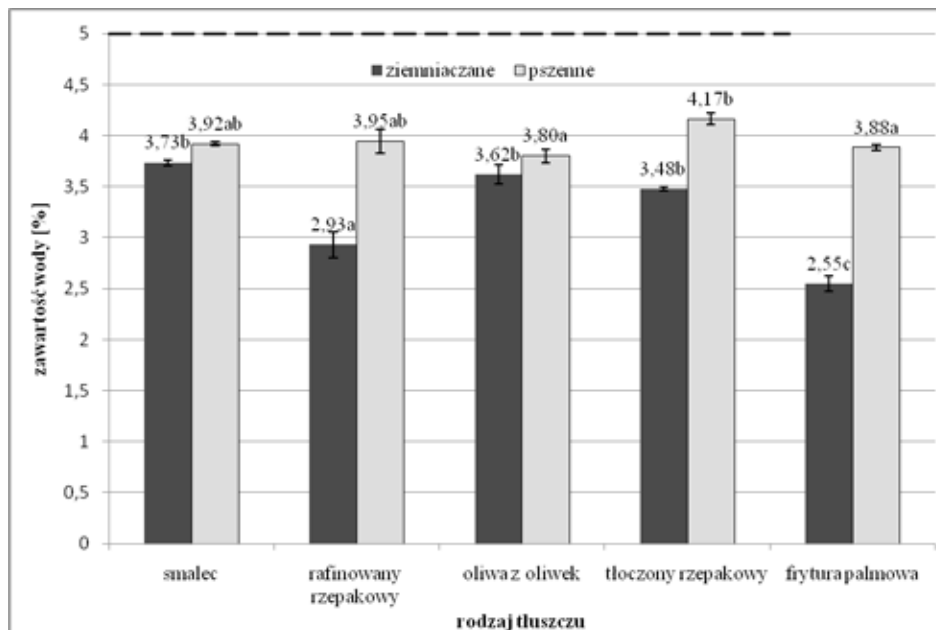
Wójtowicz i wsp. [21] smażąc przekąski ziemniaczane z pelletów w warunkach laboratoryjnych, odnotowali wilgotność wyrobów w przedziale 3,2 – 6,5%. Pęksa i wsp. [16] stwierdzili wilgotność chrupek ziemniaczanych na poziomie 3,08%, a dodatek błonnika w ilości 5 i 10% powodował zwiększenie wilgotności do 3,62%. Z kolei Wójtowicz i Bałtyn [20] prowadzili badania wilgotności w różnego rodzaju przekąskach ziemniaczanych dostępnych na rynku, uzyskując wartości w przedziale 1,97 – 3,57%. Wilgotność przekąsek ziemniaczanych dostępnych na rynku była więc niższa, niż wilgotność wyrobów uzyskanych w warunkach laboratoryjnych. Podobne zależności zaobserwowano w pracy w przypadku prażynek ziemniaczanych smażonych w fryturze palmowej (rys. 4).

Wpływ rodzaju medium smażalniczego na teksturę i mikrostrukturę przekąsek

Analizując teksturę przekąsek pszennych i ziemniaczanych stwierdzono, że rodzaj użytego do smażenia tłuszczu nie wpływał istotnie statystycznie przy $p = 0,05$ na wartość siły potrzebnej do zniszczenia przekąsek (rys. 5). Istotny wpływ miał rodzaj surowca użytego do wytworzenia pelletów – przekąski ziemniaczane były znacznie bardziej twarde, niż pszenne. Siła potrzebna do zniszczenia prażynek ziemniaczanych, która jest miarą ich twardości, wahała się od 10,91 do 12,95 N (rys. 5).

Odnotowano, że twardość prażynek ziemniaczanych smażonych w oleju rzepakowym rafinowanym była najwyższa i różniła się statystycznie istotnie od niższych wartości uzyskanych w produktach smażonych w oliwie z oliwek i oleju rzepakowym tłoczonym na zimno (rys. 5). Twardość była również wyższa niż w przekąskach

smażonych w tłuszczach stałych, jednak nie były to różnice istotne statystycznie. Natomiast w przypadku przekąsek pszennych stwierdzono, że siła potrzebna do zniszczenia była znacznie niższa i wahała się od 6,65 do 7,94 N. Najwyższą

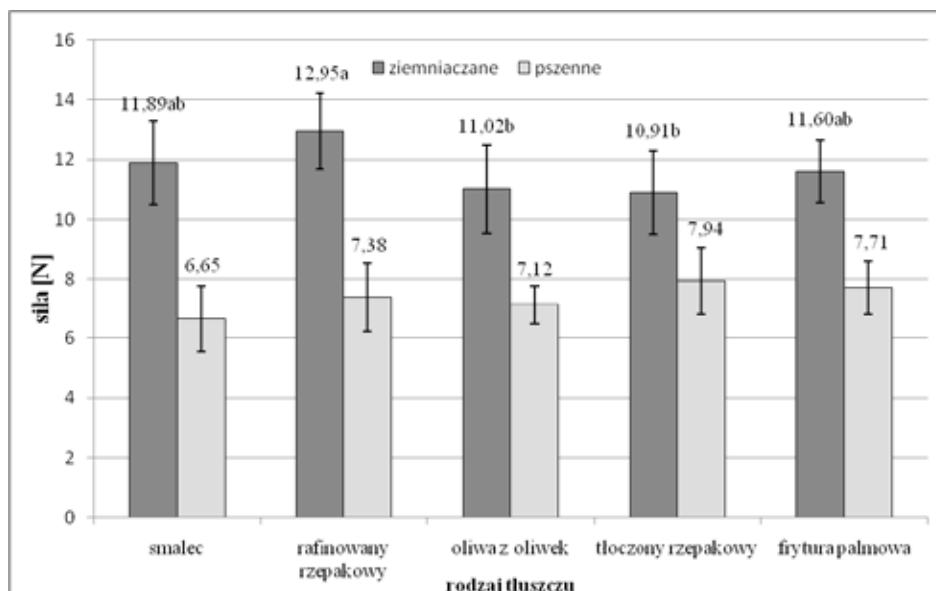


Rys. 4. Zawartość wody [%] w przekąskach pszennych i ziemniaczanych smażonych w różnych tłuszczach, (gdzie a, b - wartości oznaczone tymi samymi literami w obrębie rodzaju przekąsek nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 4. Water content [%] in wheat and potato snacks fried in a variety of fats (where a, b - values designated with the same letters within the genus snacks did not differ significantly with $p \leq 0.05$).

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 5. Tekstura przekąsek pszennych i ziemniaczanych smażonych w różnych tłuszczach, (gdzie a, b - wartości oznaczone tymi samymi literami w obrębie rodzaju przekąsek nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$).

Fig. 5. The texture of wheat and potato snacks fried in a variety of fats (where a, b - values designated with the same letters within the genus snacks did not differ statistically significant at $p \leq 0.05$).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

twardość odnotowano w przypadku produktów smażonych w oleju rzepakowym tłoczonym znacznie, a najniższą w przypadku smażonych w smalcu. Różnice nie były jednak istotne statystycznie (rys. 5). Kita [9] po przeprowadzonej ocenie instrumentalnej stwierdziła, że produkty przekąskowe tj. chipsy smażone w oleju rzepakowym i słonecznikowym charakteryzowały się znacznie większą twardością, niż te smażone w oleju palmowym i tłuszczu modyfikowanym. Kita i Popiela-Kukuś [11] uzyskały siłę potrzebną do złamania chrupiek ziemniaczanych na poziomie 13 N. Z kolei Górnicka i Kita [4] w przypadku chrupiek pszennych smażonych w wysokooleinowych olejach rzepakowym i słonecznikowym wyznaczyły siłę cięcia na poziomie 17-25 N.

Gozdecka i Domowicz [3] badali siłę potrzebną do zniszczenia próbek przy użyciu komory Kramera (warstwa chipsów) lub płaskiego noża Warner Bratzler (pojedyncze chipsy). Wartości siły niszczącej dla chipsów otrzymanych z dwóch odmian ziemniaków, uzyskane przy użyciu komory Kramera, wynosiły 17,5 i 9,4 N, natomiast za pomocą noża 3,31 i 3,86 N. Analizując współczynnik zmienności, stwierdzono, że badanie właściwości mechanicznych chipsów przy użyciu komory Kramera jest bardziej miarodajne, niż przez zastosowanie testu cięcia. Wójtowicz i wsp. [22] również badali siłę cięcia prażynek ziemniaczanych i wartość ta wynosiła 12,66 N, a zastosowanie dodatku otrąb żytnich i owsianych powodowało zmniejszenie wartości tej siły.

W pracy analizowano również mikrostrukturę wyrobu gotowego w zależności od zastosowanego rodzaju tłuszczu smaźalniczego. Oceniono wygląd przekroju wewnętrznego przekąsek w mikroskopie elektronowym i stwierdzono, że występują istotne różnice w rozmieszczeniu tłuszczu w produkcie w zależności od rodzaju tłuszczu. Tłuszcze stałe w temperaturze pokojowej, tj. smalec i olej palmowy (rys. 6 a, e) przylegały do powierzchni prażynki, natomiast oleje ciekłe penetrując materiał, wnikały w jego głąb, wypełniając pory wewnątrz i przy powierzchni (rys. 6 b, c, d). Prawdopodobnie różnice te wynikają z właściwości fizycznych badanych tłuszczów, m.in.: lepkości, gęstości oraz szybkości zestalania się przy ochłodzeniu, co związane jest ze składem kwasów tłuszczowych i zawartością związków towarzyszących [5, 9].

Mechanizm wchłaniania tłuszczu w czasie smażenia zachodzi w wyniku ciągłej absorpcji tłuszczu spowodowanej częściową wymianą masy pomiędzy medium smaźalniczym, a odparowaną wodą oraz poprzez proces absorpcji, który następuje po zakończonym procesie smażenia. W czasie chłodzenia produktu tworzy się tzw. „efekt próżni”, który umożliwia wnikanie tłuszczu do wewnątrz porów, a rozmieszczenie zależy od właściwości fizycznych takiego tłuszczu [9].

Mechanizm wchłaniania tłuszczu oraz zmiany wyglądu powierzchni gotowego wyrobu za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego określał także Huang i Fu [5], a badania dotyczyły zmiany struktury



Rys. 6 a, b, c, d, e. Mikrostruktura smażonych prażynek ziemniaczanych i pszennych smażonych w różnych tłuszczach.
Fig. 6 a, b, c, d, e. The microstructure of fried potato and wheat snacks in different fats.

Źródło: Badania własne
Source: The own study

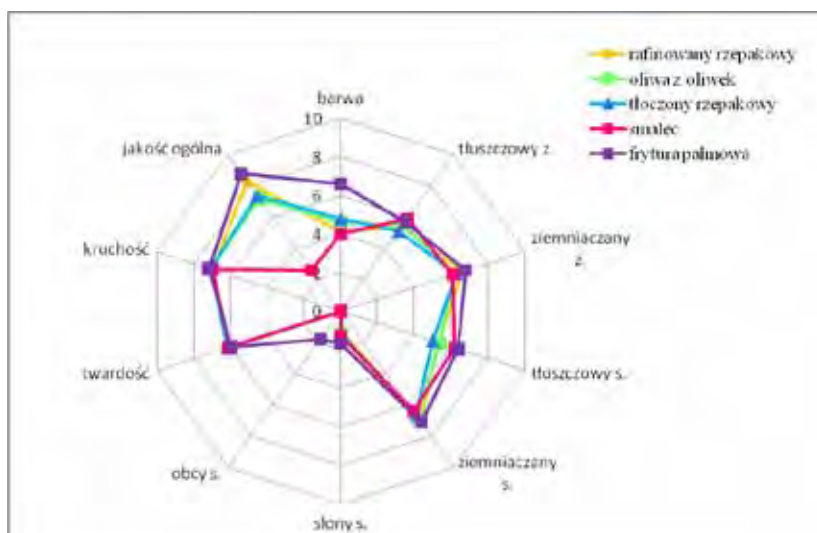
ry powierzchni cząstek ziemniaka w zależności od zastosowanej temperatury i czasu smażenia. Obserwował strukturę bez zawartości oleju, ponieważ próbki były wcześniej poddane ekstrakcji w eterze w celu jego usunięcia. Wraz z wydłużeniem czasu smażenia, pory zwiększały się i były bardziej widoczne, a komórki kurczyły się, co wskazywało na redukcję zawartości wody. Moreno i Bouchon [15] za pomocą laserowego skaningowego mikroskopu oceniali podstawowe składniki budulcowe chleba: skrobię i gluten pszenne. Obszar wewnętrzny wydawał się być całkowicie żelowany, co determinowało bardziej porowatą strukturę wewnątrz, niż w części zewnętrznej - skorupie. Z kolei sieć glutenu była bardziej rozwinięta na zewnątrz, co ma wpływ na właściwości i mikrostrukturę wyrobu gotowego.

Wpływ rodzaju medium smażalniczego na cechy sensoryczne przekąsek

Celem przeprowadzonej oceny sensorycznej było zbadanie wpływu rodzaju tłuszczu użytego do smażenia na jakość i teksturę badanych przekąsek. W celu ustalenia, które cechy sensoryczne odgrywały dominującą rolę w kształtowaniu jakości gotowego wyrobu, przeprowadzono ocenę sensoryczną prażynek smażonych w różnych tłuszczach. Badane wyróżniki zestawiono w tabeli 3. Spośród wszystkich wyróżników wybrano dziesięć, które odgrywały kluczową rolę w kształtowaniu jakości prażynki, a uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach radarowych (skala od 0 – 10 jednostek umownych j.u.) (rys. 7 i rys. 8). Barwa przekąsek ziemniaczanych w ocenie sensorycznej, przeprowadzonej przez przeszkolonych degustatorów, kształtowała się na podobnym poziomie, jednak wyjątek stanowiły prażynki ziemniaczane smażone we fryturze palmowej, których barwa była znacznie ciemniejsza. Noty za zapach i smak: tłuszczowy i ziemniaczany były do siebie bardzo zbliżone we wszystkich analizowanych próbkach. Smak ziemniaczany był typowy dla świeżo usmażonego produktu, mocno wyczuwalny, dzięki czemu uzyskana nota była na poziomie ok. 7 punktów. Z kolei słony smak, charakterystyczny dla produktów przekąskowych był wyczuwalny w niewielkim stopniu.

Jaśniejszą barwą w ocenie sensorycznej cechowały się przekąski pszenne w porównaniu z ziemniaczanymi. Uzyskane wartości były bardzo zbliżone. Stwierdzono, że rodzaj użytego do smażenia tłuszczu nie wpływał na barwę produktu gotowego. Podobnie tłuszczowy i pszenne smak i zapach były stosunkowo mocno wyczuwalne (rys. 8).

Analizując teksturę określoną sensorycznie zarówno przekąsek pszennych jak i ziemniaczanych, zaobserwowano istotne różnice w twardości i kruchości. Prażynki ziemniaczane były znacznie twardsze, a co za tym idzie, bardziej kruche, co potwierdzono w teście ściskania przeprowadzonym za pomocą teksturometru TA.XT Plus

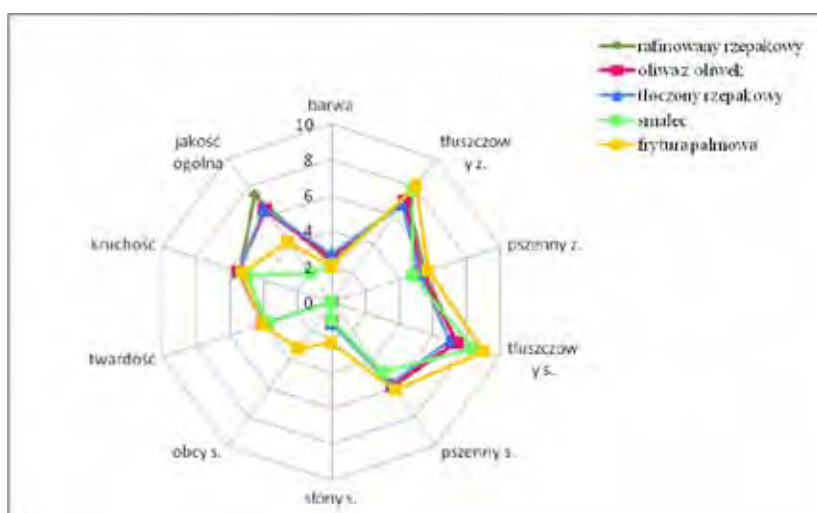


Rys. 7. Wyniki oceny sensorycznej przekąsek ziemniaczanych smażonych w różnych tłuszczach (skala 0 – 10 j.u.).

Fig. 7. Results of sensory evaluation of potato snacks fried in various fats (scale 0-10 A.U.).

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 8. Wyniki oceny sensorycznej przekąsek pszennych smażonych w różnych tłuszczach (skala 0 – 10 j.u.).

Fig. 8. Results of sensory evaluation of wheat snacks fried in various fats (scale 0-10 A.U.).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

(rys. 5) oraz wysokim współczynnikiem korelacji (0,9891). Siła (N) potrzebna do zniszczenia próbek otrzymana za pomocą teksturometru była pozytywnie skorelowana z twardością (0,9697) i kruchością (0,9563) otrzymaną w ocenie sensorycznej (tab. 2).

Spośród wszystkich analizowanych próbek, najwyżej oceniono jakość ogólną przekąsek ziemniaczanych smażonych we fryturze palmowej oraz oleju rzepakowym rafinowanym. Uzyskały one notę odpowiednio 8,8 oraz 8,3 j.u. Równie wysoko oraz porównywalnie oceniono prażynki ziemniaczane smażone w oliwie z oliwek, oleju rzepakowym tłoczonym na zimno oraz pszenne smażone w rafinowanym oleju rzepakowym (nota ok. 7 j.u.). Najniższą ocenę wśród

wszystkich badanych próbek miały prażynki zarówno pszenne jak i ziemniaczane smażone w smalcu, uzyskując notę ok. 2 j.u. (rys. 7 i 8). Wyczuwalność tłuszczu w tych próbkach była najwyższa, co spowodowało obniżenie smakowitości i jakości ogólnej. Na obniżenie oceny cech sensorycznych tego produktu miał wpływ rodzaj użytego tłuszczu i fakt, iż tłuszcze stałe przylegały do powierzchni, co powodowało powstanie odczucia bardziej tłustych i mazi-
stych, a zarazem mniej kruchych.

Tabela 2. Współczynnik korelacji pomiędzy teksturą uzyskaną za pomocą teksturometru, a twardością i kruchością otrzymaną w wyniku przeprowadzonej oceny sensorycznej

Table 2. The correlation coefficient between the texture obtained by the texture analyser, and the hardness and brittleness obtained by the sensory evaluation

wyróżniki	tekstura	twardość	kruchość
tekstura	-	0,9697	0,9563
twardość	0,9697	-	0,9891
kruchość	0,9891		-

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Współczynniki korelacji pomiędzy jakością ogólną, a testowanymi atrybutami przekąsek zostały przedstawione w tabeli 3. Wśród 9 testowanych wyróżników, 5 było pozytywnie skorelowanych z jakością ogólną. Była to barwa, zapach ziemniaczany/pszeny, smak ziemniaczany/pszeny oraz twardość i kruchość, jednak tylko ziemniaczany/pszeny smak miał istotny statystycznie wpływ na jakość ogólną prażynek. Współczynnik korelacji kształtował się na poziomie 0,6569.

Tabela 3. Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy jakością ogólną, a testowanymi wyróżnikami przekąsek

Table 3. Linear correlation coefficients between the overall quality of a general, and tested distinguishing of snacks

wyróżniki	pozytywna korelacja	negatywna korelacja
Wygląd: - barwa	0,5355	-
Zapach: - tłuszczowy - ziemniaczany/ - pszenny	- 0,5821	-0,5492 -
Smak: - tłuszczowy - ziemniaczany/ - pszenny - słony - obcy	- 0,6569 - -	-0,5613 - -0,1136 -0,0480
Tekstura: - twardość - kruchość	0,3753 0,4543	- -

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Dodatnimi wartościami korelacji charakteryzowała się także tekstura: twardość i kruchość, których współczynnik korelacji wynosił odpowiednio 0,3753 i 0,4543, jednak nie wpływał on istotnie statystycznie na jakość ogólną produktu. Z kolei zapach i smak tłuszczowy, których ujemne współczynniki korelacji były najwyższe i wynosiły odpowiednio -0,5492 i -0,5613 miały największy wpływ na obniżenie jakości ogólnej produktu, jednak nie istotne statystycznie. Wśród wyróżników smak, zarówno słony jak i obcy były ujemnie skorelowane z jakością ogólną, odpowiednio -0,1136 i -0,0480, jednak wartości tych współczynników nie były istotne statystycznie.

WNIOSKI

1. Rodzaj użytego do smażenia tłuszczu istotnie wpływa na zawartość tłuszczu w przekąskach pszennych i ziemniaczanych. W przypadku produktów pszennych najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się prażynki smażone na fryturze palmowej 32,96% (pszenne) i 38,76% (ziemniaczane), natomiast najniższą smażone w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno 21,56% (pszenne) i 19,61% (ziemniaczane).
2. Przekąski ziemniaczane charakteryzowały się znacznie niższą zawartością wody, niż pszenne. W prażynkach ziemniaczanych zawartość wody wahała się od 2,55 do 3,73%, natomiast w pszennych od 3,80 do 4,17%.
3. Na teksturę badanych przekąsek nie miał istotnego wpływu rodzaj medium smaźalniczego, stwierdzono natomiast istotny wpływ składu surowcowego pelletów. Siła potrzebna do zniszczenia prażynek ziemniaczanych wahała się od 10,91 do 12,95 N, natomiast pszennych od 6,65 do 7,94 N. Prażynki ziemniaczane były znacznie bardziej twarde, niż pszenne, co znalazło również potwierdzenie w przeprowadzonej ocenie sensorycznej.
4. Analiza mikrostruktury przekroju uzyskanych przekąsek pozwoliła stwierdzić, że różne jest rozmieszczenie tłuszczu w gotowym produkcie. Tłuszcze stałe takie jak: smalec i tłuszcz palmowy przylegały do powierzchni prażynek, natomiast oleje ciekłe wypełniały pory wewnątrz i przy powierzchni, co wynika z różnic we właściwościach fizycznych tych tłuszczów.
5. Analiza cech sensorycznych przekąsek pozwoliła stwierdzić, że barwa prażynek pszennych była znacznie jaśniejsza, niż ziemniaczanych. Najwyżej oceniono jakość ogólną prażynek ziemniaczanych smażonych we fryturze palmowej oraz oleju rzepakowym rafinowanym, a najniżej produktów pszennych i ziemniaczanych smażonych w smalcu.

LITERATURA

- [1] BARYŁKO-PIKIELNA N., I. MATUSZEWSKA. 2009. Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania, Wyd. Naukowe PTTŻ: 163-164, 170, 181.
- [2] GAŁKA A. 2005. „Wpływ procesu smażenia na właściwości fizyczne pelletów ziemniaczanych”. Inżynieria Rolnicza 11(71): 101-108.
- [3] GOZDECKA G., B. DOMOWICZ. 2013. „Charak-

- terystyka cech akustycznych czipsów ziemniaczanych w zależności od rodzaju testu mechanicznego”. *Żywn.-Nauk. Technol. Jakość* 2(87): 126-136.
- [4] **GÓRNICKA E., A. KITA. 2011.** „Właściwości fizyko-chemiczne i sensoryczne chrupiek pszennych smażonych w olejach wysokooleinowych”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 569: 103-111.
- [5] **HUANG P.-Y.H., Y.-CH. FU. 2014.** „Modelling the kinetics of water loss during deep-fat frying of potato particulates”. *Czech J. Food Sci.* 32(6): 585-594.
- [6] **JAWORSKA D., M. HOFFMANN. 2008.** „Relative importance of texture properties in the sensory quality and acceptance of commercial crispy products”. *J. Sci. Food Agr.* 88: 1804-1812.
- [7] **KITA A. 2002.** „The influence of potato chemical composition on crisp texture”. *Food Chem.* 76: 173-179.
- [8] **KITA A. 2006.** Wpływ wybranych parametrów technologicznych na jakość smażonych produktów przekąskowych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław.
- [9] **KITA A. 2011.** Reducing saturated fat in savoury snacks and fried foods [In:] *Saturated fats in foods: functional and nutritional aspects. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* 13: 266-279.
- [10] **KITA A., G. LISIŃSKA. 2004.** „Wpływ rodzaju tłuszczu smażalniczego na właściwości sensoryczne czipsów ziemniaczanych podczas przechowywania”. *Żywn.-Nauk. Technol. Jakość* 1(38): 55-64.
- [11] **KITA A., K. POPIELA-KUKUŚ. 2010.** „Wpływ dodatku wytlóków lnianych na wybrane właściwości smażonych chrupiek ziemniaczanych”. *Acta Agrophysica* 16(1): 69-77.
- [12] **KITA A., A. TAJNER-CZOPEK, K. POPIELA-KUKUŚ, E. PŁUCIENNIK. 2011.** „Zmiany jakości frytur palmowych podczas smażenia frytek”. *Bromatol. Chem. Toksyk.* 64(3): 866-870.
- [13] **KULAKOWSKA K., M. ANIOŁOWSKA, E. GÓRNICKA, A. KITA. 2012.** „Grubość plasterków ziemniaka, a właściwości chipsów á la kettle”. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin nr 266.*
- [14] **LUSAS E.W., L.W. ROONEY. 2002.** *Snack Food Processing.* ed. CRC Press Boca Raton, London, New York, Washington D.C.: 137-204.
- [15] **MORENO M.C., P. BOUCHON. 2016.** Microstructural analysis of deep-fat fried formulated products by confocal laser scanning microscopy (CLSM) and fluorescent labeling. Santiago, Chile. <http://www.icef11.org/content/papers/fms/FMS1179.pdf>, dostęp w dniu 11.05.2016.
- [16] **PEKSAA., A. KITA, T. ZIEBA. 2004.** „Wybrane właściwości smażonych chrupiek ziemniaczanych z różnym dodatkiem błonnika”. *Żywn.-Nauk. Technol. Jakość* 3(40): 106-107.
- [17] **POPIELA-KUKUŚ K., A. KITA. 2011.** „Wpływ rodzaju oleju smażalniczego na właściwości chrupiek z dodatkiem wytlóków lnianych podczas przechowywania”. *Bromatol. Chem. Toksyk.* 64(3): 860-865.
- [18] **TAJNER-CZOPEK A., A. KITA, G. LISIŃSKA. 2009.** „Wpływ typu oleju na zawartość akryloamidu oraz barwę smażonych produktów przekąskowych”. *Bromatol. Chem. Toksyk.* 62(3): 498-502.
- [19] **TRELA A., L. MOŚCICKI. 2007.** „Wpływ procesu ekstruzji na wybrane cechy jakościowe peletów zbożowych”. *Żywn.-Nauk. Technol. Jakość* 5(54): 43-54.
- [20] **WÓJTOWICZ A., P. BALTYN. 2006.** „Ocena wybranych cech jakościowych popularnych przekąsek ziemniaczanych”. *Żywn.-Nauk. Technol. Jakość* 2(47): 112-123.
- [21] **WÓJTOWICZ A., R. DOBOSZ, K. HODARA. 2001.** „Ocena cech użytkowych pelletów ziemniaczanych”. *Inżynieria Rolnicza* 10: 405-410.
- [22] **WÓJTOWICZ A., M. KOZAK, Z. LEWANDOWSKA. 2014.** „Wybrane właściwości prażynek ziemniaczanych z dodatkiem otrąb zbożowych”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 577: 115-124.

Prof. dr hab. inż. Leszek MIESZKALSKI
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

MATEMATYCZNE MODELOWANIE KSZTAŁTU CYTRYN®

Mathematical modeling of shape lemons®

Słowa kluczowe: cytryna, kształt, krzywe Béziera, metoda, model matematyczny.

W artykule przedstawiono propozycję metody matematycznego modelowania kształtu cytryn z wykorzystaniem krzywych Béziera. Kontur cytryny leżącej na jej południku opisano trzema połączonymi krzywymi Béziera. Podstawą do opisu konturów były fotografie 10 położeń cytryny obracanej co 36° względem jej naturalnej osi symetrii. Rozmieszczone wzdłuż południków cytryny krzywe Béziera są jej modelem 3D.

Key words: lemon, shape, Bézier curves, method, mathematical model.

The article proposes the method of mathematical modeling of the shape of the lemons behind using Bezier curves. Outline lemon lying on the meridian described three connected Bezier curves. The basis for the description of contours is photos of 10 positions lemon rotated at 36° relative to its natural axis of symmetry. 3D model are the arranged along the meridians lemon Bézier curve.

WSTĘP

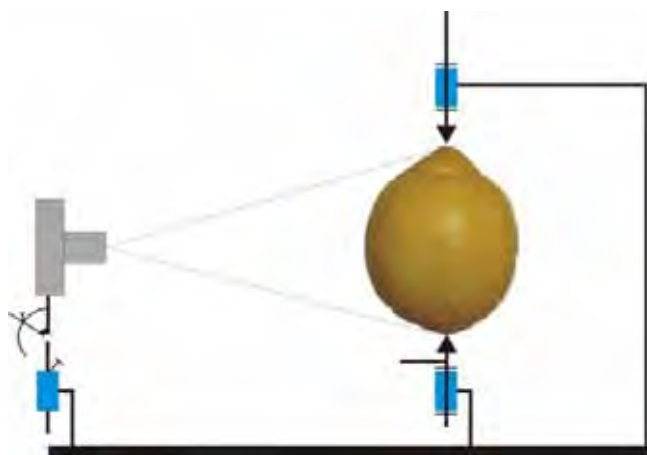
Cytryny cieszą się dużą popularnością na całym świecie ze względu na ich wyjątkowy smak i kwasowość, a także możliwości zastosowania w przemyśle spożywczym [5, 11]. Są wartościowe pod względem odżywczym, leczniczym, zawierają witaminę C, B, ryboflawinę, wapń, fosfor, magnez, białko i węglowodany. Cytryny zmniejszają ryzyko chorób serca, nowotworów, a także działają jako środek antyseptyczny, ściągający, pobudzający [4].

Rashidi i Keshavarzpour [12] zastosowali do przewidywania masy owoców cytrusowych (mandarynki) liniowe modele regresji uwzględniające podstawowe właściwości geometryczne takie jak długość i średnią geometryczną średnicę. Objętość szacowali na podstawie dopasowanej do owocu spłaszczonej elipsoidy obrotowej. Mimo zapewnień Autorów, że kształt, masa i objętość mogą być opisywane liniowymi modelami regresji, to jednak spłaszczona elipsoida nie aproksymuje dokładnie kształtu owocu. Gabriele [3] oraz Rashidi i Seyfi [17], a także Rashidi i Gholami [13], Rashidi i Keshavarzpour [12] na podstawie badań takich owoców jak kantalupa, kiwi, mandarynka stwierdzili, że wielkość owocu jest jednym z ważniejszych parametrów jakości oceny preferencji przez konsumentów. Masa owocu jest podstawowym parametrem w procesie sortowania [1, 8], pakowania i transportu [18, 19]. Khanali i in. [6], Rashidi i Seyfi [16], Rashidi i Gholami [14, 15], Taheri-Garavand i Nassiri [21] są zdania, że masa owocu może być w prosty sposób określona na podstawie właściwości geometrycznych. Baradaran i in. [2] określili model regresji masy cytryny na podstawie jej rzeczywistej objętości, która została obliczona przy założeniu, że kształt cytryny jest zbliżony do elipsoidy obrotowej wydłużonej. Lino i współpracownicy [10] zaproponowali, żeby darmowy program (Image J) do analizy obrazu wykorzystać do sortowania cytryn i pomidorów jako alternatywę drogich systemów stosowanych podczas sortowania owoców. Khojastehnazhand i inni [7] uważają, że w systemach dokładnej

klasyfikacji i sortowania owoców cytrusowych podstawowymi parametrami identyfikacji są wielkość, kolor, kształt i wady zewnętrzne. Strother i inni 2015 [20] twierdzą, że promienie krzywizny dają informacje o kształcie obiektu jakim może być cytryna. Lalitha i współautorzy [9] zaproponowali system analizy obrazu do wykrywania chorób cytryn polegający na wykrywaniu krawędzi w celu wyodrębnienia regionu, w którym rozwija się choroba.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań była cytryna odmiany Lisbon pochodząca z Portugalii. Po zakupie cytryn, w hurtowni w Broniszach, były one przechowywane w pomieszczeniu o stałej temperaturze 19°C i wilgotności powietrza 60%. Ze zbioru 50 cytryn, do modelowania wybrano cytrynę nie uszkodzoną o kształcie i średnich wymiarach charakterystycznych dla tej odmiany.

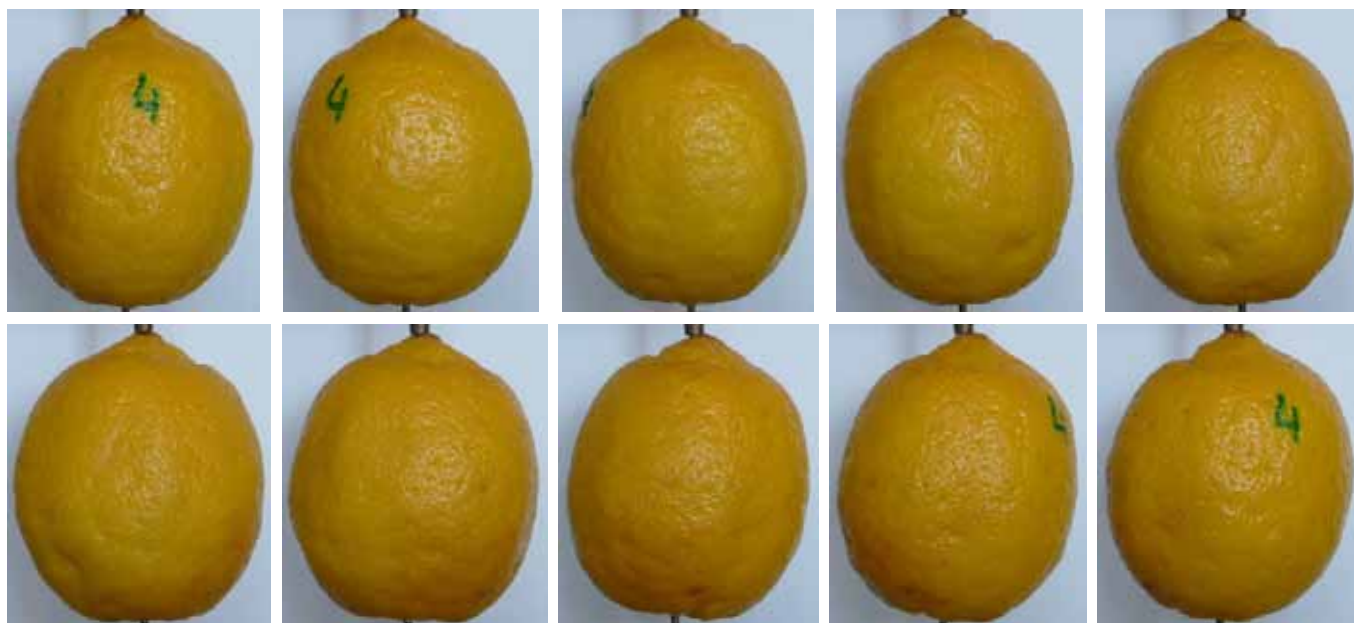


Rys. 1. Stanowisko badawcze.

Fig. 1. Research position.

Źródło: Materiały własne

Source: Own study



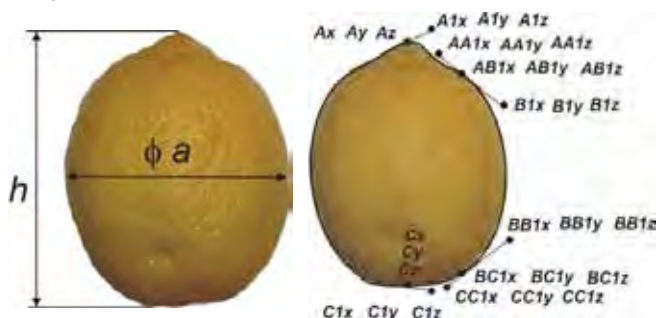
Rys. 2. Cytryna odmiany Lisbon w 10 położeniach.

Fig. 2. Lemon varieties of Lisbon in 10 positions.

Źródło: Materiały własne

Source: Own study

Cytrynę umieszczono na stanowisku (rys.1) w celu wykonania fotografii dla 10 położeniach uzyskanych przez jej obrót co 36° (rys. 2). Fotografię wykonano aparatem Panasonic LUMIX DMC-TZ3. Odległość obiektywu od fotografowanego obiektu była stała i wynosiła 400 mm. Zdjęcia o wymiarach 2560x1712 pikseli zapisywano w formacie JPEG. Podstawowe wymiary cytryny (długość, średnica) pokazane na rysunku 3 zmierzono suwmiarką z dokładnością do 0,1 mm.



Rys. 3. Podstawowe wymiary cytryny odmiany Lisbon wybranej do modelowania oraz oznaczenia punktów węzłowych i kontrolnych trzech połączonych krzywych Béziera opisujących kontur cytryny.

Fig. 3. Basic dimensions of the Lisbon lemon varieties selected for modeling and markings nodal key points and control three connected Bézier curves describing the outline of lemon.

Źródło: Materiały własne

Source: Own study

Po wykadrowaniu i wyskalowaniu fotografii cytryny, umieszczonej w układzie współrzędnych, dopasowywano do jej konturów trzy połączone krzywe Béziera (rys. 3). Początek układu współrzędnych leżał na naturalnej osi symetrii cytryny, a oś x-ów była styczna do dolnej części owocu.

MODEL KSZTAŁTU KONTURÓW BRYŁY CYTRYNY REPREZENTOWANY KRZYWYMI BÉZIERA

Wielomiany krzywych Béziera dla współrzędnych x , y , z z uwzględnieniem funkcji bazowych (wielomianów Bernsteina) są zamieszczone niżej:

$$P(t)x = \sum_{i=0}^n P_{xi} \cdot \binom{n}{i} \cdot (1-t)^{n-i} \cdot t^i \quad (1)$$

$$P(t)y = \sum_{i=0}^n P_{yi} \cdot \binom{n}{i} \cdot (1-t)^{n-i} \cdot t^i \quad (2)$$

$$P(t)z = \sum_{i=0}^n P_{zi} \cdot \binom{n}{i} \cdot (1-t)^{n-i} \cdot t^i \quad (3)$$

Algebraiczna postać równań współrzędnych krzywych Béziera stosowanych do opisu konturów cytryny:

$$x(t) = P1x \cdot (1-t)^3 + 3 \cdot P2x \cdot (1-t)^2 \cdot t \cdot \cos(\alpha) + 3 \cdot P3x \cdot (1-t) \cdot t^2 \cdot \cos(\alpha) + P4x \cdot t^3 \cdot \cos(\alpha) \quad (4)$$

$$y(t) = P1y \cdot (1-t)^3 + 3 \cdot P2y \cdot (1-t)^2 \cdot t \cdot \sin(\alpha) + 3 \cdot P3y \cdot (1-t) \cdot t^2 \cdot \sin(\alpha) + P4y \cdot t^3 \cdot \sin(\alpha) \quad (5)$$

$$z(t) = P1z \cdot (1-t)^3 + 3 \cdot P2z \cdot (1-t)^2 \cdot t + 3 \cdot P3z \cdot (1-t) \cdot t^2 + P4z \cdot t^3 \quad (6)$$

Przykładowe równia krzywej Béziera dla środkowej części konturu cytryny są następujące:

$$xBnt = ABnx \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^3 + Bnx \cdot \cos\left(\frac{\alpha n \cdot \pi}{180}\right) \cdot 3 \cdot \frac{t}{N} \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^2 + BBnx \cdot \cos\left(\frac{\alpha n \cdot \pi}{180}\right) \cdot 3 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^2 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right] + BCnx \cdot \cos\left(\frac{\alpha n \cdot \pi}{180}\right) \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^3 \quad (7)$$

$$yBn_t = ABn_y \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^3 + Bn_y \cdot \sin\left(\frac{cn \cdot \pi}{180}\right) \cdot 3 \cdot \frac{t}{N} \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^2 +$$

$$+ BBn_y \cdot \sin\left(\frac{cn \cdot \pi}{180}\right) \cdot 3 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^2 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right] + BCn_y \cdot \sin\left(\frac{cn \cdot \pi}{180}\right) \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^3 \quad (8)$$

$$zBn_t = ABn_z \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^3 + Bn_z \cdot 3 \cdot \frac{t}{N} \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right]^2 +$$

$$BBn_z \cdot 3 \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^2 \cdot \left[1 - \frac{t}{N}\right] + BCn_z \cdot \left[\frac{t}{N}\right]^3 \quad (9)$$

Dla $N=20$, $t=0 \dots N$, n – numer krzywej Béziera, $n=1, 2, 3, \dots$, 11. $cn = 0^\circ, 36^\circ, \dots, 360^\circ$.

Podobne równania zastosowano do opisu górnej i dolnej części konturu cytryny. Krzywą Béziera opisującą górną część A cytryny połączono w punkcie ABn , a krzywą Béziera opisującą środkową część B cytryny, połączono w punkcie BCn z krzywą Béziera opisującą dolną część C cytryny. Trzy krzywe Béziera połączono w punktach węzłowych ABn i BCn z zachowaniem zasady gładkości połączenia, spełniając warunek, aby punkty kontrolne AA_n i Bn oraz BB_n i CC_n łączonych krzywych leżały na wspólnej prostej. Na podstawie równań od 7 do 9 zbudowano 30 połączonych krzywych Béziera leżących wzdłuż południków cytryny, tworząc jej model 3D.

WYNIKI WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW WĘZŁOWYCH I KONTROLNYCH KRZYWYCH BÉZIERA ORAZ UZYSKANE MODELE KSZTAŁTU CYTRYN

Współrzędne punktów węzłowych i kontrolnych połączonych krzywych Béziera będących konturami (południkami) cytryny odmiany Lisbon, zamieszczono w macierzach. Współrzędne punktów węzłowych wspólnych dla krzywych Béziera będących biegunami, przez które przechodzi naturalna oś symetrii cytryny zamieszczono w macierzy:

$$\begin{pmatrix} A_x & A_y & A_z \\ C_x & C_y & C_z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 83 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Współrzędne węzłów łączących krzywe Béziera:

$$\begin{pmatrix} AB1x & AB1y & AB1z & BC1x & BC1y & BC1z \\ AB2x & AB2y & AB2z & BC2x & BC2y & BC2z \\ AB3x & AB3y & AB3z & BC3x & BC3y & BC3z \\ AB4x & AB4y & AB4z & BC4x & BC4y & BC4z \\ AB5x & AB5y & AB5z & BC5x & BC5y & BC5z \\ AB6x & AB6y & AB6z & BC6x & BC6y & BC6z \\ AB7x & AB7y & AB7z & BC7x & BC7y & BC7z \\ AB8x & AB8y & AB8z & BC8x & BC8y & BC8z \\ AB9x & AB9y & AB9z & BC9x & BC9y & BC9z \\ AB10x & AB10y & AB10z & BC10x & BC10y & BC10z \\ AB11x & AB11y & AB11z & BC11x & BC11y & BC11z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} -21.5 & -21.5 & 73 & -20.7 & -20.7 & 4 \\ -19.5 & -19.5 & 73 & -17.6 & -17.6 & 4 \\ -20.3 & -20.3 & 73 & -19.1 & -19.1 & 4 \\ -20 & -20 & 73 & -18 & -18 & 4 \\ -22.5 & -22.5 & 73 & -21 & -21 & 4 \\ 21 & 21 & 73 & 15.6 & 15.6 & 4 \\ 21 & 21 & 73 & 18 & 18 & 4 \\ 20 & 20 & 73 & 18 & 18 & 4 \\ 17.6 & 17.6 & 73 & 18.6 & 18.6 & 4 \\ 19 & 19 & 73 & 18.4 & 18.4 & 4 \\ -21.5 & -21.5 & 73 & -20.7 & -20.7 & 4 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Współrzędne punktów kontrolnych krzywej Béziera A:

$$\begin{pmatrix} A1x & A1y & A1z & AA1x & AA1y & AA1z \\ A2x & A2y & A2z & AA2x & AA2y & AA2z \\ A3x & A3y & A3z & AA3x & AA3y & AA3z \\ A4x & A4y & A4z & AA4x & AA4y & AA4z \\ A5x & A5y & A5z & AA5x & AA5y & AA5z \\ A6x & A6y & A6z & AA6x & AA6y & AA6z \\ A7x & A7y & A7z & AA7x & AA7y & AA7z \\ A8x & A8y & A8z & AA8x & AA8y & AA8z \\ A9x & A9y & A9z & AA9x & AA9y & AA9z \\ A10x & A10y & A10z & AA10x & AA10y & AA10z \\ A11x & A11y & A11z & AA11x & AA11y & AA11z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} -9.5 & -9.5 & 83 & -10.9 & -10.9 & 76.1 \\ -7.7 & -7.7 & 80.2 & -11.1 & -11.1 & 78.7 \\ -8.1 & -8.1 & 80.2 & -10.9 & -10.9 & 78.3 \\ -5 & -5 & 81.7 & -6.8 & -6.8 & 78.4 \\ -5.1 & -5.1 & 83.1 & -9.2 & -9.2 & 79.7 \\ 5.3 & 5.3 & 82.8 & 13.8 & 13.8 & 76.7 \\ 5.4 & 5.4 & 83.4 & 9.5 & 9.5 & 76.8 \\ 5.3 & 5.3 & 83.5 & 8.5 & 8.5 & 76.6 \\ 5.4 & 5.4 & 83.9 & 1.1 & 1.1 & 80.8 \\ 5.9 & 5.9 & 83.8 & 3.4 & 3.4 & 80.2 \\ -9.5 & -9.5 & 83 & -10.9 & -10.9 & 76.1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Współrzędne punktów kontrolnych krzywej Béziera B:

$$\begin{pmatrix} B1x & B1y & B1z & BB1x & BB1y & BB1z \\ B2x & B2y & B2z & BB2x & BB2y & BB2z \\ B3x & B3y & B3z & BB3x & BB3y & BB3z \\ B4x & B4y & B4z & BB4x & BB4y & BB4z \\ B5x & B5y & B5z & BB5x & BB5y & BB5z \\ B6x & B6y & B6z & BB6x & BB6y & BB6z \\ B7x & B7y & B7z & BB7x & BB7y & BB7z \\ B8x & B8y & B8z & BB8x & BB8y & BB8z \\ B9x & B9y & B9z & BB9x & BB9y & BB9z \\ B10x & B10y & B10z & BB10x & BB10y & BB10z \\ B11x & B11y & B11z & BB11x & BB11y & BB11z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} -39.5 & -39.5 & 55.1 & -41 & -41 & 20 \\ -37.7 & -37.7 & 54.9 & -38.5 & -38.5 & 19.2 \\ -39.4 & -39.4 & 60.8 & -39.4 & -39.4 & 19.1 \\ -38 & -38 & 61.5 & -39.1 & -39.1 & 19.3 \\ -40.2 & -40.2 & 61.6 & -43.7 & -43.7 & 18.7 \\ 34.1 & 34.1 & 67.8 & 43 & 43 & 21.3 \\ 28.6 & 28.6 & 70.9 & 51.7 & 51.7 & 24.5 \\ 33.9 & 33.9 & 65.7 & 42.3 & 42.3 & 20.2 \\ 39.8 & 39.8 & 63.1 & 40.8 & 40.8 & 17.1 \\ 38.2 & 38.2 & 65.9 & 40.7 & 40.7 & 17.2 \\ -39.5 & -39.5 & 55.1 & -41 & -41 & 20 \end{pmatrix} \quad (13)$$

Współrzędne punktów kontrolnych krzywej Béziera C:

$$\begin{pmatrix} CC1x & CC1y & CC1z & C1x & C1y & C1z \\ CC2x & CC2y & CC2z & C2x & C2y & C2z \\ CC3x & CC3y & CC3z & C3x & C3y & C3z \\ CC4x & CC4y & CC4z & C4x & C4y & C4z \\ CC5x & CC5y & CC5z & C5x & C5y & C5z \\ CC6x & CC6y & CC6z & C6x & C6y & C6z \\ CC7x & CC7y & CC7z & C7x & C7y & C7z \\ CC8x & CC8y & CC8z & C8x & C8y & C8z \\ CC9x & CC9y & CC9z & C9x & C9y & C9z \\ CC10x & CC10y & CC10z & C10x & C10y & C10z \\ CC11x & CC11y & CC11z & C11x & C11y & C11z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} -17.4 & -17.4 & 1 & -10.3 & -10.3 & 1.3 \\ -14.6 & -14.6 & 1.1 & -10.4 & -10.4 & 1.6 \\ -15.2 & -15.2 & 0.8 & -10.5 & -10.5 & 1.8 \\ -14.7 & -14.7 & 1.1 & -10 & -10 & 0.3 \\ -17.4 & -17.4 & 1 & -9.8 & -9.8 & 0.6 \\ 8.5 & 8.5 & -1.2 & 8.6 & 8.6 & 1.6 \\ 9.9 & 9.9 & 0.1 & 8.6 & 8.6 & 1.8 \\ 9.8 & 9.8 & 0.4 & 8.6 & 8.6 & 1.4 \\ 9.8 & 9.8 & 0.2 & 8.5 & 8.5 & 1 \\ 9.8 & 9.8 & 0.2 & 8.6 & 8.6 & 1.2 \\ -17.4 & -17.4 & 1 & -10.3 & -10.3 & 1.3 \end{pmatrix} \quad (14)$$

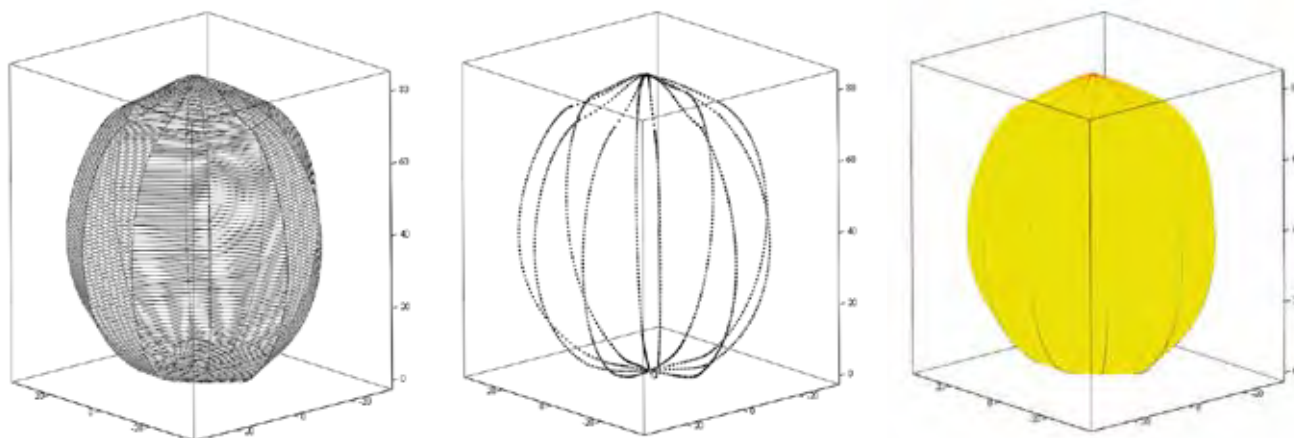
Kąty rozmieszczenia południków zamieszczono w wektorze:

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \alpha_4 \\ \alpha_5 \\ \alpha_6 \\ \alpha_7 \\ \alpha_8 \\ \alpha_9 \\ \alpha_{10} \\ \alpha_{11} \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 0.01 \\ 36 \\ 72 \\ 108 \\ 144 \\ 0 \\ 36 \\ 72 \\ 108 \\ 144 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (15)$$

Model 3D kształtu cytryny odmiany Lisbon zamieszczono na rysunku 4.

PORÓWNANIE MODELU Z CYTRYNĄ

W celu porównania modelu z cytryną na rysunku 5 zamieszczono nałożone na siebie wybrany rzut modelu z odpowiadającym rzutem cytryny.

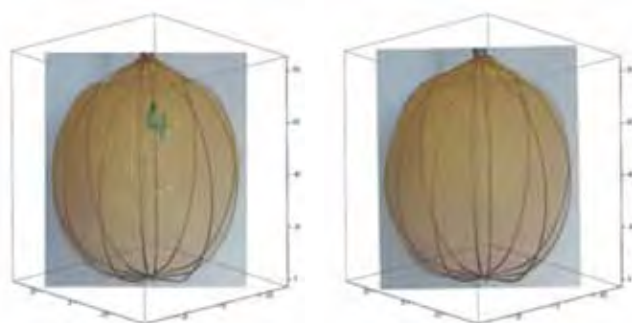


Rys. 4. Model 3D cytryny w postaci wykresów powierzchniowego, punktowego i z naniesionym kolorem (R 236, G 224, B 9).

Fig. 4. 3D model of lemon in the form of graphs of surface, point and bearing the color (R 236, G 224, B 9).

Źródło: Materiały własne

Source: Own study



Rys. 5. Porównanie nałożonych na siebie wybranych rzutów modelu i cytryny odmiany Lisbon.

Fig. 5. Comparison of superimposed shots of selected model and lemon variations Lisbon.

Źródło: Materiały własne

Source: Own study

Z rysunku 5 wynika, że dopasowanie do cytryny jej modelu jest dokładne choć występują niewielkie niedokładności lokalne.

PODSUMOWANIE

Proponowana metoda z wykorzystaniem krzywych Béziera może być stosowana do matematycznego modelowania kształtu cytryn odmiany Lisbon i odmian podobnych pod względem kształtu. Dokładność dopasowania modelu do cytryny jest duża, z małymi odchyleniami lokalnymi. Krzywe Béziera rozmieszczone wzdłuż południków cytryny mogą być jej modelem 3D.

Ponadto powyższa metoda może być wykorzystana przy sortowaniu oraz projektowaniu opakowań do cytryn.

LITERATURA

- [1] **BAHNASAWY A. H., Z. A. EL-HADDAD, M. Y. EL-ANSARY, H. M. SOROUR. 2004.** "Physical and mechanical properties of some Egyptian onion varieties". *Journal of Food Engineering* 62: 255-261.
- [2] **BARADARAN M. J., A. S. H. MIRAEI, M. H. AB-BASPOUR-FARD, B. EMADI. 2014.** "Modelowanie fizyczne właściwości owoców cytryny do separacji i klasyfikacji". *International Food Research Journal* 21 (5): 1901/09, Dz stronę: <http://www.ifrj.upm.edu.my>.
- [3] **GABRIELE L. 2007.** *Egzotyczne owoce i warzywa w kuchni*. Warszawa: Multico. ISBN 978-83-7073-506-7.
- [4] **HRISHIKESH-TAVANANDI A., S. DEEPAK, K. VENKATESHMURTHY, K. S. M. S. RAGHVARAO. 2013.** "Development of a lemon cutting machine". *Journal of Food Science and Technology*: DOI: 10.1007/s13197-012-0908-4.
- [5] **IGLESIAS D. J., M. CERCÓS, J. M. COLMENERO-FLORES, M. A. NARANJO, G. RÍOS, E. CARRERA, O. RUIZ-RIVERO, I. LLISO, R. MORILLON, F. R. TADEO, M. TALON. 2007.** "Physiology of citrus fruiting". *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4): 333-362.
- [6] **KHANALI M., M. GHASEMI-VARNAMKHAHI, A. TABATABAEFAR, H. MOBLI. 2007.** "Mass and volume modeling of tangerine (*Citrus reticulata*) fruit with some physical attributes". *International Agrophysics* 21: 329-334.
- [7] **KHOJASTEHNAAZHAND M., M. OMID, A. TABATABAEFAR. 2010.** "Development of a lemon sorting system based on color and size". *African Journal of Plant Science* Vol. 4(4): 122-127, Available online at <http://www.academicjournals.org/ajps>.
- [8] **KHOSHNAMEH F., A. TABATABAEFAR, M. GHASEMI-VARNAMKHAHI, A. BORGHEI. 2007.** "Mass modeling of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit with some physical characteristics". *Scientia Horticulturae* 114: 21-26.
- [9] **LALITHA K., K. MUTHULAKSHMI, A. VINOTHINI. 2015.** "Proficient acquaintance based system for citrus leaf disease recognition and categorization". *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol. 6 (3): 2519-2524.

- [10] **LINO A. C. L., J. SANCHES, I. M. D. FABBRO. 2008.** „Image processing techniques for lemons and tomatoes classification”. *Bragantia*, Campinas, V.67, N.3:785-789.
- [11] **PEREZ-PEREZ J. G., I. PORRAS CASTILLO, A. GARCIA-LIDON, P. BOTIA, F. GARCIA-SANCHEZ. 2005.** “Fino lemon clones compared with the lemon varieties Eureka and Lisbon on two rootstocks in Murcia (Spain)”. *Scientia Horticulturae* 106: 530-538.
- [12] **RASHIDI M., F. KESHAVARZPOUR. 2012.** “Modeling of Tangerine Mass Based on Geometrical Properties”. *World Applied Sciences Journal* 16 (5): 740-743.
- [13] **RASHIDI M., M. GHOLAMI. 2008.** “Classification of fruit shape in kiwifruit using the analysis of geometrical attributes”. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.* 3: 258-263.
- [14] **RASHIDI M., M. GHOLAMI. 2011a.** “Modeling of apricot mass based on some geometrical attributes”. *Middle-East J. Scientific Res.* 7: 959-963.
- [15] **RASHIDI M., M. GHOLAMI. 2011b.** “Modeling of nectarine mass based on some geometrical properties”. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.* 10: 621-625.
- [16] **RASHIDI M., K. SEYFI. 2008.** “Modeling of kiwi-fruit mass based on outer dimensions and projected areas”. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.* 3: 14-17.
- [17] **RASHIDI M., K. SEYFI. 2007.** “Classification of fruit shape in cantaloupe using the analysis of geometrical attributes”. *World Applied Sciences Journal* 3: 735-740.
- [18] **SEYEDABADI E., M. KHOJASTEHPOUR, H. SADRNI, M. H. SAIEDIRAD. 2011.** “Mass modeling of cantaloupe based on geometric attributes: A case study for Tile Magasi and Tile Shahri”. *Scientia Horticulturae* 130: 54-59.
- [19] **SHAHBAZI F., S. RAHMATI. 2013.** “Mass modeling of sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit with some physical characteristics”. *Food and Nutrition Sciences* 4: 1-5.
- [20] **STROTHER L., K. W. KILLEBREW, G. P. CAPLOVITZ. 2015.** “The lemon illusion: seeing curvature where there is none”. *Front. Hum. Neurosci.*, Vol. 9, Article 95: 1-7, <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2015.00095>.
- [21] **TAHERI-GARAVAND A., A. NASSIRI. 2010.** “Study on some morphological and physical characteristics of sweet lemon used in mass models”. *International J. Environ. Sci.* 1: 580-590.

Mgr inż. Bartłomiej SZKLAR¹

Dr n. wet. inż. Magdalena POLAK-ŚLIWIŃSKA²

¹Mardi Sp. z o. o., ul. Olsztyńska 3, 11-300 Biskupiec

²Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie

POZIOM WWA W PRODUKTACH MIĘSNYCH WĘDZONYCH SPRZEDAWANYCH NA CIEPŁO I EKSPONOWANYCH W TRADYCYJNYCH KOMORACH EKSPOZYCYJNYCH®

The level of PAHs in smoked meat products sold in heat and exposed in
traditional chambers®

Słowa kluczowe: mięsne produkty wędzone, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), sztuka promocji w miejscu sprzedaży.

Modyfikacje w gospodarce, które nastąpiły w ostatnich latach, sprawiły, że jakość produktów i usług dostarczanych na rynki krajowe i zagraniczne stała się ważkim kryterium, decydującym o sukcesie przedsiębiorstwa. Podstawą bytu każdej firmy jest zadowolony klient, a warunkiem uzyskania jego zadowolenia jest spełnianie coraz wyższych wymagań, oczekiwania i przynajmniej podstawowych potrzeb oraz zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego i żywieniowego.

Celem badań przedstawionych w artykule było oznaczenie poziomu WWA w produktach mięsnych wędzonych, sprzedawanych na ciepło i eksponowanych w tradycyjnych komorach ekspozycyjnych przez okres 30 minut i 1 godziny.

Materiał do badań w kierunku zanieczyszczenia WWA stanowiły produkty mięsne wędzone: schab z warmińskiej wędzarni, szynka z warmińskiej wędzarni i kielbasa z warmińskiej wędzarni. Byli to reprezentanci grup produktowych po procesie wędzenia przed ekspozycją w komorze ekspozycyjnej. Badano wyjściowy poziom WWA w tych produktach oraz po 30 minutach i 1 godzinie ekspozycji w komorach ekspozycyjnych.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że poziom zanieczyszczenia WWA w produktach po procesie wędzenia, jak i ekspozycji w komorach ekspozycyjnych nie przekroczył dopuszczalnych limitów określonych w aktualnie obowiązującym Rozporządzeniu.

Key words: smoked meat products, PAHs, merchandising.

The modifications in the economy that have occurred in recent years, made the quality of the products and services provided to domestic and foreign markets have become important criterion determining the success of the company. The basis of existence of any business is a satisfied customer, and subject to its satisfaction is to meet increasingly higher demands, expectations, and at least basic needs and ensuring health and nutrition safety.

The aim of the study presented in the article was to determine the levels of PAHs in smoked meat products sold on heat and exposed in the traditional exposure chambers for 30 minutes and 1 hour. The material for the study of PAHs pollution were smoked meat products: pork chop from Warmia smokehouse, ham from Warmia smokehouse and sausage from the smokehouse Warmia. They were representatives of product groups after the smoking process before exposure in the exposure chamber. We studied the output level of PAHs in these products, and after 30 min. and 1 h exposure in the exposure chamber. The analyzes found that the level of PAHs pollution in the products after the smoking process, and exposure in the exposure chamber did not exceed the permissible limits laid down in the current Regulation.

WPROWADZENIE

Rozwój polskiego przemysłu spożywczego, jaki obserwujemy od kilku lat, sprawił, że należy on obecnie do ścisłej europejskiej czołówki, w dużej mierze w wyniku umiejętnego wykorzystania szans i możliwości, jakich dostarczyło przystąpienie do Unii Europejskiej [1, 2]. Dążeniem polskich producentów żywności jest wytwarzanie wyrobów bezpiecznych i akceptowanych przez konsumentów. Powoduje to poszukiwanie nowych rozwiązań aparaturowych,

a tym samym dążenie do obniżenia ryzyka zanieczyszczenia żywności substancjami, które mogą tworzyć się podczas procesu produkcji [1, 2].

Wędzenie jest specyficznym rodzajem obróbki termicznej, podczas której produkt żywnościowy poddawany jest oddziaływaniu ciepła, zmniejszeniu zawartości wody oraz przeciwbakteryjnemu i antyoksydacyjnemu oddziaływaniu substancji chemicznych dymu wędzarniczego [2, 3, 13]. Wędzenie jest używane w celu konserwowania żywności bogatej

w białko. Stało się jednym z najbardziej popularnych sposobów utrwalania żywności pochodzenia zwierzęcego, takiej jak mięso i przetwory mięsne, ryby oraz sery [4, 6, 8, 17]. Intensywny rozwój innych technik utrwalania, takich jak: apertyzacja, chłodzenie, zamrażanie, liofilizacja sprawił, że wędzenie przestało odgrywać istotną rolę w przedłużaniu trwałości, a stało się procesem kształtującym specyficzny profil smakowo-zapachowy, aromat oraz barwę produktów [7]. Podczas nowoczesnego wędzenia stosuje się bezpieczne metody wytwarzania dymu wędzarniczego, wykorzystujące pizolityczny rozkład drewna [4, 5, 6, 9]. Najpopularniejsze z nich, przeznaczone do produktów tradycyjnych, to metody żarowe (płomieniowe) w systemie zamkniętym (dym jest rozprzeczany z dymogeneratora do segmentów komory wędzarniczej) [2].

Podczas procesu wędzenia dochodzi do wielu zmian chemicznych (przenikanie związków chemicznych zawartych w dymie do wnętrza produktu i specyficzne oddziaływanie składników dymu na produkt) oraz zmian fizycznych (głównie obsuszanie produktu) [2]. Tradycyjne wędzenie, obejmujące oddziaływanie dymu bezpośrednio na produkt lub na uprzednio solone wędliny i mięsa, nadaje pożądane właściwości sensoryczne (specyficzny smak, zapach, charakterystyczną barwę na powierzchni) i zwiększa trwałość produktów [5]. Wędzenie wpływa na redukcję zanieczyszczeń mikrobiologicznych i hamuje utlenianie lipidów (działanie antyutleniające dymu). Proces ten działa mikrobiocydowo, lub mikrobiostatycznie w zasadzie tylko wówczas, gdy czynniki takie, jak azotyn sodu, niska aktywność wody i temperatura wykazują współdziałanie synergistyczne (tzw. teoria płotków, przeszkód) [2]. Składniki kształtujące specyficzny bukiet smakowo-zapachowy, tzw. aromat wędzonnkowy, są lotne z parą wodną i generalnie posiadają charakter fenoli, związków karbonylowych oraz kwasów organicznych [2]. Aromat wyrobów wędzonych zależy od kompozycji i stężenia lotnych składników dymu, głównie od stosowanych rodzajów drewna, od metody wytwarzania dymu, temperatury i czasu trwania wędzenia oraz składu wędzonego produktu. Temperatura płonących zrębków drewna wzrasta od temperatury zapłonu (300-350°C) do 800°C, a nawet 1100°C, przy wytwarzaniu końcowych produktów spalania, tj. CO₂, popiołu w ilości ok. 1% i pary wodnej [2]. W nowoczesnych wędzarniach proces wędzenia jest kontrolowany przez program komputerowy, stąd jest minimalizowane wytwarzanie związków, wykazujących właściwości mutagenne i kancerogenne [2, 13, 14, 15, 17]. Są nimi między innymi WWA, do których zalicza się ponad 200 substancji chemicznych. Zostało stwierdzone, że 16 WWA jest szczególnie niebezpiecznych, a wśród nich benzo(a)piren. Związki te wykazują stosunkowo niską toksyczność ostrą przy wyraźnej toksyczności przewlekłej. Stężenie tych związków w dużym stopniu uzależnione jest od temperatury wytwarzania dymu i wzrasta istotnie po przekroczeniu temperatury 400°C w fazie rozkładu termicznego drewna. Dym zawiera także inne substancje szkodliwe, jak: aceton, kwas mrówkowy, alkohol metylowy i dioksyny o niezwyczajnie wysokiej toksyczności [2]. Ważne pod tym względem są także nitrozoaminy. Wędzenie, niezależnie od stosowanej metody pozwala osiągać cele w zakresie nadania wyrobom cenionego zapachu i smaku, powierzchniowego obsuszenia wyrobów, ukształtowania tekstury wyrobów oraz impregnacji różnorodnymi składnikami dymu [2], który w wędzeniu

tradycyjnym powstaje w wyniku pirolizy (rozkładu termicznego) zrębków z odpowiednich gatunków drzew, w procesie kontrolowanego spalania w generatorach wędzarniczych lub w tradycyjnych wędzarniach. Do wytwarzania dymu wędzarniczego stosowane jest drewno z drzew liściastych (np. dąb, buk) [5]. Należy podkreślić, że wnikanie dymu wędzarniczego w głąb produktu jest dość słabe. Działanie konserwujące i bakteriostatyczne dymu występuje głównie na powierzchni produktu i w jego przypowierzchniowych warstwach [7]. Połączenie nowoczesnych urządzeń rozpyłowych oraz dymu w płynie powoduje, że proces wytwarzania dymu wędzarniczego podlega pełnej kontroli. Zastosowanie dymu w płynie w procesie wytwarzania dymu wędzarniczego pozwala na poszerzenie spektrum modyfikacji właściwości sensorycznych produktu spożywczego wędzonego [7]. Wędzenie powinno się ograniczyć do wywołania niezbędnych, ale nie nadmiernych zmian jakościowych, nie zawsze zresztą akceptowanych przez konsumenta (np. duże nasycenie produktu składnikami dymu wędzarniczego, nierównomierne zabarwienie, jasna barwa czy smugi wędzenia na produkcie), nie przyczyniając się tym samym do zanieczyszczenia produktu niebezpiecznymi substancjami, w tym WWA [2].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących poziomu WWA w produktach mięsnych wędzonych, ekspozycyjnych w tradycyjnych komorach ekspozycyjnych.

CEL BADAŃ

Celem badań było określenie poziomu WWA w produktach mięsnych wędzonych, sprzedawanych na ciepło i merchandisingowanych w ekspozycyjnych komorach (imitujących tradycyjne wędzarnie) przez okres 30 minut i 1 godziny oraz uzyskanie odpowiedzi, czy przechowywane w tych warunkach produkty są bezpieczne dla konsumenta w odniesieniu do poziomu występowania WWA.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Do badań w kierunku zanieczyszczenia WWA posłużył materiał, jakim były produkty mięsne wędzone: schab z warmińskiej wędzarni, szynka z warmińskiej wędzarni oraz kiełbasa z warmińskiej wędzarni, stanowiące reprezentantów grup produktowych po procesie wędzenia przed ekspozycją w komorze ekspozycyjnej (badanie wyjściowego poziomu WWA w tych produktach) oraz po 30 min. i 1 h ekspozycji w komorach ekspozycyjnych. Produkty przeznaczone do badań były przekazane do 2 niezależnych laboratoriów na terenie Polski celem wykonania oznaczeń w kierunku WWA. Do oznaczenia WWA w produktach mięsnych wędzonych posłużyły procedury badawcze opracowane w ramach każdego z laboratoriów (Tabela 1), oparte o metodę HPLC.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wychodząc naprzeciw potrzebom rynku, Firma Mardi Sp. z o.o. zaplanowała sprzedaż produktów mięsnych wędzonych na ciepło, bez chłodzenia, dystrybuując je do sklepów firmowych w specjalnych termopojemnikach. Produkty do ekspozycji w przeznaczonych do tego celu komorach, są przekazywane z termopojemników bezpośrednio do komór. Uatrakcyjnienie ich sprzedaż poprzez imitację dawnego sposobu wędzenia.

Szczelne termopojemniki zapewniają bezpieczeństwo wyrobu poprzez zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem fizycznym. Pojedyncza komora ekspozycyjna jest przeznaczona do stworzenia wystawy produktów mięsnych przetrzymywanych w niej przez pewien czas po produkcji. Jest ona wyposażona w półki. Drewniane komory ekspozycyjne o wym. 180 x 110 x 100 cm zwiększają atrakcyjność sprzedaży produktów mięsnych po procesie wędzenia bez etapu chłodzenia. Istotną była więc wiedza dotycząca zawartości najgroźniejszych związków z grupy WWA w wędzonych produktach mięsnych (markerów ich bezpieczeństwa), ekspozowanych w określonym czasie po ich produkcji. Wstępnie oszacowano, że czas ekspozycji w komorach nie byłby dłuższy niż 1 h, stąd badania poziomu WWA wykonano po 30 minutach i 1 godzinie ekspozycji.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że wyjściowy poziom WWA w produktach po procesie wędzenia nie przekroczył dopuszczalnych limitów określonych w aktualnie obowiązującym Rozporządzeniu. Zrealizowane badania potwierdziły bezpieczeństwo zdrowotne wyrobów poddanych ekspozycji dla uatrakcyjnienia sprzedaży. Poziomy WWA w tych produktach były zgodne z wymaganiami (Tabela 1).

Zakład Farmakologii i Toksykologii PIWet-PIB w Puławach, Krajowe Laboratorium Referencyjne ds. WWA, w 2014 roku przekazał opracowane dane uzyskane w trakcie realizacji programu, którego celem było uzyskanie rzetelnej informacji dotyczącej oceny występowania i powstawania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w czasie wędzenia i problemów z przekraczaniem limitów zawartości benzo(a)pirenu (BaP) i sumy 4 WWA tj. benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu w produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie, zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. [11] zmieniającym Rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 [12] odnoszące do najwyższych dopuszczalnych poziomów (ML) wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych [2]. Badaniami laboratoryjnymi wyrobów wędzonych objęte były zakłady przetwórcze, realizujące proces wędzenia w sposób tradycyjny, tj. przy wykorzystaniu drewna w wędzarniach zlokalizowanych na terenie całej Polski. Łącznie przebadano 150 próbek otrzymanych ze wszystkich województw kraju, z czego 144 stanowiły próbki mięsa i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie, a 6 to próbki ryb i produktów rybnych wędzonych tradycyjnie. Analiza wyników badań wobec limitów WWA obowiązujących od 1 września 2014 r. [10] wykazała, że:

Tabela 1. Poziom WWA w badanych produktach mięsnych wędzonych

Table 1. The level of PAHs in the studied smoked meat products

L.p.	Produkt	Opis partii	Σ4WWA [μg/kg]	B(a)P [μg/kg]	Metodyka oznaczenia / Wykonawca badań	Dopuszczalne limity wg Rozporządzenia Komisji (UE) NR 1327/2014 [10]	
						Σ4WWA [μg/kg]	B(a)P [μg/kg]
1	Kielbasa gospodarza	Próba zerowa produktu wychodzącego ze standardowego procesu wędzenia	0,4	< 0,2	Metoda HPLC/ Laboratorium 1	12	2
2	Schab z warmińskiej wędzarni	produkt na ciepło, po procesie wędzenia, przetrzymywany na ekspozycji 30 minut	3,70	< 1,60	Metoda HPLC/ Laboratorium 2		
3	Szynka z warmińskiej wędzarni	produkt na ciepło, po procesie wędzenia, przetrzymywany na ekspozycji 30 minut	< 2,0	< 0,2	Metoda HPLC/ Laboratorium 1		
4	Kielbasa z warmińskiej wędzarni	produkt na ciepło, po procesie wędzenia, przetrzymywany na ekspozycji 30 minut	< 2,0	< 0,2	Metoda HPLC/ Laboratorium 1		
5	Szynka z warmińskiej wędzarni	produkt na ciepło, po procesie wędzenia, przetrzymywany na ekspozycji 1 h	< 2,0	< 0,2	Metoda HPLC/ Laboratorium 1		
6	Kielbasa z warmińskiej wędzarni	produkt na ciepło, po procesie wędzenia, przetrzymywany na ekspozycji 1 h	< 2,0	0,3	Metoda HPLC/ Laboratorium 1.		

Σ4WWA = suma benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu

Źródło: Badania własne

Source: The own study

- 37 spośród 144 (25,7%) przebadanych próbek mięsa wędzonego i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie przekraczało limity zawartości WWA – w tym 31 próbek kielbas oraz 6 próbek wędzonek;
- 31 spośród 78 (39,7%) przebadanych próbek kielbas przekraczało limity;
- 6 spośród 11 (54,5%) przebadanych próbek kabanosów przekraczało limity;
- 6 spośród 66 (9,1%) przebadanych próbek wędzonek przekraczało limity;
- 2 spośród 15 (13,3%) przebadanych próbek boczków przekraczało limity;
- nie wykazano przekroczeń limitów zawartości WWA w 6 badanych próbkach ryb wędzonych [2].

Obecność WWA w produktach pochodzenia zwierzęcego poddanych procesowi wędzenia wg badaczy jest wynikiem samego procesu i warunków jego prowadzenia [2]. W przypadku, gdy proces wędzenia nie jest odpowiednio kontrolowany, może dochodzić do znacznego zanieczyszczenia żywności. Krytycznymi parametrami są: temperatura, czas, gatunek drewna, typ kontroli nad dymem, wilgotność oraz sama konstrukcja i rodzaj wędzarni. Krytyczne elementy wpływające na podwyższanie zawartości WWA w żywności wędzonej tradycyjnie to rodzaj żywności, metody wędzenia, rodzaj drewna i temperatura. Proces wędzenia tradycyjnego jest procesem złożonym, w którym kluczową rolę odgrywa kombinacja wszystkich wymienionych powyżej parametrów wędzenia [2]. W szeregu państw członkowskich, w odniesieniu do mięsa i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie oraz ryb i produktów rybołówstwa wędzonych tradycyjnie, w niektórych przypadkach nie jest możliwe osiągnięcie niższych poziomów WWA tj. limitu dla benzo(a)pirenu oraz sumy 4 WWA (odpowiednio 2 µg/kg oraz 12 µg/kg dla mięsa wędzonego i produktów mięsnych wędzonych oraz dla ryb wędzonych i produktów rybołówstwa wędzonych), z wyjątkami, mimo najszerszego możliwego zastosowania dobrych praktyk wędzarniczych. Nie ma możliwości zmiany praktyk wędzarniczych bez jednoczesnego spowodowania znacznej zmiany właściwości organoleptycznych żywności [2, 10]. Konsekwencją tego byłoby zniknięcie wędzonych tradycyjnie produktów z rynku. Dlatego zostało przewidziane odstępstwo od stosowania obniżonych najwyższych dopuszczalnych poziomów WWA obowiązujących od dnia 1 września 2014 r. przez okres 3 lat, dla niektórych państw członkowskich w odniesieniu do lokalnej produkcji i konsumpcji mięsa wędzonego tradycyjnie i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie lub ryb i produktów rybołówstwa wędzonych tradycyjnie [10]. Nowe obostrzenia prawne skłaniają do nowych rozwiązań w zakresie budowy generatorów do wytwarzania dymu, komór wędzarniczych z oprzyrządowaniem, mających za zadanie zapewnić regulację temperatury, wilgotności i gęstości dymu. W rozwoju technologii wędzenia niezwykle ważna jest troska o jakość zdrowotną produktów, a jednocześnie możliwość sprostania nowym regulacjom prawnym przez producentów tego rodzaju żywności [2, 7].

W przypadku, gdy producent nie zмага się z obniżeniem poziomu WWA w swoich produktach do akceptowalnych poziomów, pozostaje kwestia zwiększenia ich sprzedaży [17]. Okazuje się, że ekspozycja produktów pozwala efektywnie

zarządzać asortymentem i stanowi narzędzie do walki z konkurencją. *Merchandising*, czyli sztuka promocji w miejscu sprzedaży jest dla wielu branż o wiele ważniejsza niż reklama [16]. Liczne obserwacje dotyczące tej kwestii pozwoliły stwierdzić, że przypadkowe ustawienie produktów jest często błędem punktów sprzedaży. Dodatkowym elementem, wprowadzającym słabą czytelność ekspozycji jest przypadkowe pomieszanie marek i producentów, co może wywołać w oczach potencjalnego klienta wrażenie nieładu i braku koncepcji [16]. Z badań wynika, iż bardziej przejrzysty sposób prezentacji produktów sprawia wrażenie dużej ilości towaru na półce, a także łatwiejszy dostęp do poszukiwanego produktu. Chaos na półce powoduje też wystawienie zbyt dużej liczby marek. Korzystne jest ich ograniczenie i wybranie w zależności od powierzchni sklepu marki najlepiej rotujące oraz marek, które przynoszą największy zysk dla firmy [16, 18].

Firma Mardi Sp. z o.o. eksponując produkty upatruje w tym kierunku działalności korzyści płynące nie tylko dla firmy jako producenta tego typu żywności, ale i konsumenta, który pewny bezpieczeństwa wyrobu może w komfortowych warunkach, przy pełnej percepcji wybrać produkt, który najbardziej odpowiada jego preferencjom.

PODSUMOWANIE

Zapewnienie konsumentowi żywności o wysokiej jakości i z gwarancją bezpieczeństwa zdrowotnego jest warunkiem niezbędnym do budowania pozycji rynkowej środków spożywczych. Na podstawie przeprowadzonych badań poziomów WWA i badań jakości mięsnych wyrobów wędzonych wystawionych w komorach ekspozycyjnych można przypuszczać, że Firma Mardi Sp. z o.o. osiągnęła ten cel.

LITERATURA

- [1] **BOROWY T., M.S. KUBIAK. 2010.** „Dym wędzarniczy w płynie - jakość produkcji”. *Gospodarka mięsna* 11: 62.
- [2] **DOLATOWSKI Z., A. NIEWIADOWSKA, T. KILJANEK, M. BORZĘCKA, S. SEMENIUK, J. ŻMUDZKI. 2014.** *Poradnik dobrego wędzenia*. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu.
- [3] **GONÇALVES A.A., C. PRENTICE-HERNÁNDEZ. 1998.** „Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): Efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas”. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 18(4): 438–443.
- [4] **HATTULA T., K. ELFVING, U.-M. MROUEH, T. LUOMA. 2001.** “Use of liquid smoke flavoring as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*)”. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 34: 521–525.
- [5] **KOŁODZIEJ J. 2015.** „Wędzenie tradycyjne czy preparatem dymu?”. *Gospodarka Mięsna* 1:22-24, 26.
- [6] **KOSTYRA E. 2005.** „Dym wędzarniczy i preparat dymu wędzarniczego – skład, właściwości, zastosowanie”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 48-50.

- [7] **KUBIAK M.S. 2013.** „Nowe techniki i technologie a tradycja w procesie wędzenia wyrobów mięsnych”. *Nauki Inżynierskie i Technologie* 1(8): 39-50.
- [8] **KUBIAK M. S., T. BOROWY. 2013.** „Wędzenie a sery dojrzewające podwędzane”. *Przemysł Mleczarski* 4: 12-17.
- [9] **MURATORE G., A. MAZZAGLIA, C. M. LANZA, F. LICCIARDELLO. 2007.** “Effect of process variables on the quality of swordfish fillets flavored with smoke condensate”. *Journal of Food Processing and Preservation* 31: 167–177.
- [10] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1327/2014** z dnia 12 grudnia 2014 r. zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w mięsie wędzonym tradycyjnie i produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie oraz w rybach i produktach rybołówstwa wędzonych tradycyjnie, Dz. Urz. UE L 358/13-14.
- [11] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 835/2011** z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych, Dz. Urz. UE L 215/4-8.
- [12] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1881/2006** z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, Dz. Urz. UE L 364/5-24.
- [13] **SIKORSKI Z. E., I. SINKIEWICZ. 2014.** Smoking. Traditional w: *Devine C., Dikeman M.*, Encyclopedia of Meat Sciences (second edition), Elsevier, ISBN: 978-0-12-384734-8, 321-327.
- [14] **ŠKALJAC S., L. PETROVIĆ, T. TASIĆ, P. IKONIĆ, M. JOKANOVIĆ, V. TOMOVIĆ, N. ĐZINIĆ, B. SOJIĆ, A. TJAPKIN, B. SKRBIĆ. 2014.** „Influence of smoking in traditional and industrial conditions on polycyclic aromatic hydrocarbons content in dry fermented sausages (Petrovska klobása) from Serbia”. *Food Control* 40 :12-18.
- [15] **SUÑEN E., B. FERNANDEZ-GALIAN, C. ARISTIMUNO. 2001.** “Antibacterial activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* at low temperature”. *Food Microbiol.* 18: 387–393.
- [16] **WITEK L. 2007.** Merchandising w małych i dużych firmach handlowych. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- [17] **WRETTLING S., A. ERIKSSON, G. A. ESKHULT, B. LARSSON. 2010.** “Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Swedish smoked meat and fish”. *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 264–272.
- [18] www.poradnikhandlowca.com.pl/wsparcie-sprzedazy-szkolenia/ekspozycja-produktow-zwieksza-sprzedaz, dostęp 2.05.2016

Dr inż. Krzysztof KUCHARCZYK
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Prof. dr hab. inż. Tadeusz TUSZYŃSKI
Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia w Krakowie

WPŁYW DAWKI DROŻDŻY NA ZAWARTOŚĆ SIARCZKU DIMETYLU (DMS) W PIWIE PRODUKOWANYM W TECHNOLOGII WIELKOZBIORNIKOWEJ®

The influence of yeast pitching rate on the content of dimethyl sulfide (DMS) in beer produced on an industrial scale®

Słowa kluczowe: brzeczka piwna, dawka drożdży, siarczek dimetylu (DMS).

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu dawki drożdży na zawartość siarczku dimetylu w piwie produkowanym w technologii wielkozbiornikowej. Doświadczenia wykonano w warunkach przemysłowych – fermentacja i dojrzwianie w tankofermentorach o pojemności 3800 hl. Do brzeczki dodawano drożdże zebrane po drugiej fermentacji (trzeci pasaż) w ilości od 5 do 9 mln komórek na cm^3 . Brzeczkę napowietrzano sterylnym powietrzem w ilości 10 mg na dm^3 . Procesy fermentacji i dojrzwiania piwa w wymienionych tankofermentorach prowadzono w tych samych warunkach technologicznych. Doświadczenia wykazały, że zróżnicowana dawka drożdży ma istotny wpływ na zawartość siarczku dimetylu w piwie. Wraz z obniżaniem dawki drożdży zmniejszała się zawartość badanego komponentu piwa. Mniejsza koncentracja siarczku dimetylu wpływa korzystnie na właściwości sensoryczne produkowanego piwa.

Key words: wort, yeast pitching rate, dimethyl sulfide (DMS).

The aim of the article is show of results the influence of yeast pitching rate on the content of dimethyl sulfide (DMS) in beer produced on an industrial scale. The study was performed in industrial conditions – fermentation and maturation in cylindro-conical fermentation tanks with capacity of 3800 hl. Yeast for pitching was collected after secondary fermentation (third passage), in quantity from 5 to 9 mln cells per mL . The worts were aerated sterile air in quantity 10 mg O_2/L . The processes of fermentation and maturity was fixed in this same technological conditions.

The experiments showed that varied yeast pitching rate had a significant impact on the content of dimethyl sulfide in beer. With decreasing of yeast pitching rate, the concentration of DMS decreased. The less content of dimethyl sulfide has a positive effect on the quality of beer.

WPROWADZENIE

Związki siarkowe powstające podczas fermentacji brzeczki piwnej są jedną z ważniejszych grup związków, które w sposób istotny oddziałują na cechy sensoryczne piwa i jego stabilność smakową. Przyjmuje się, że związki siarkowe, podobnie jak i inne komponenty lotne piwa (diketony wycinalne, wyższe alkohole), mają ujemny wpływ na właściwości sensoryczne z uwagi na niski próg ich wyczuwalności [5, 7].

Podstawowym źródłem związków siarki w piwie są surowce piwowarskie. W czasie fermentacji i dojrzwiania drożdże wytwarzają je jako produkty swoich przemian metabolicznych, niekiedy występowanie związków siarkowych może być rezultatem autolizy komórek drożdżowych lub infekcji wywołanej mikroflorą szkodliwą dla piwa [6].

W czasie fermentacji głównej, drożdże piwowarskie pobierając z brzeczki część S-metylometioniny (SMM) przekształcają ją do metioniny i wykorzystują jako potencjalne źródło siarki niezbędnej do przebiegu procesów życiowych zachodzących w komórce.

Ponadto w procesie fermentacji i leżakowania piwa, drożdże przekształcają dimetylosulfotlenek (DMSO) do dimetylosiarczku (DMS) przy udziale wytwarzanego przez nie enzymu reduktazy dimetylosulfotlenku. Przemiana zależy od wielu czynników, m.in. szczepu drożdży, temperatury fermentacji i pH brzeczki. Pewne ilości DMS i SO_2 są usuwane z fermentującej brzeczki wraz z wydzielającym się dwutlenkiem węgla [1, 2, 8].

Zawartość SO_2 w piwie zależy od składu brzeczki, m.in. zawartości aminokwasów, przede wszystkim metioniny i cysteiny, a także treoniny i izoleucyny, rodzaju węglowodanów, stężenia lipidów, ekstraktu brzeczki, zawartości tlenu a zwłaszcza szczepu drożdży. Wraz ze wzrostem stężenia tlenu w brzeczce nastawnej, zwiększa się ilość biomasy komórkowej, natomiast zmniejsza się tworzenie SO_2 podczas fermentacji [3, 9].

Z kolei podczas leżakowania, zawartość siarczku dimetylu nieznacznie wzrasta. W efekcie stężenie tego komponentu w gotowym piwie może przekraczać próg wyczuwalności sensorycznej, który określa się na poziomie $50 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ [1, 5].

„Siarczek dimetylu (DMS) już przy niskich stężeniach wpływa niekorzystnie na cechy sensoryczne piwa, wywołując zapach gotowanych warzyw. Podobnie jak i inne związki siarki wprowadza do napoju obcą nutę zapachową, określaną jako warzywna lub kukurydziana” [5].

Końcowe stężenie DMS w piwie może wahać się w granicach od 14 do nawet 140 $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ [5].

MATERIAŁY I METODY

Opis badań

Przedmiotem zaprezentowanych w artykule badań był równoległy proces przemysłowej produkcji piwa w trzech tankofermentorach, z których pobierano próby przez 18 dni całego cyklu produkcyjnego. Brzeczki HG (High Gravity, 15,5°P) były przygotowane z tej samej partii słoðu w identycznych warunkach technologicznych. Pobieranie prób rozpoczęto po napełnieniu ZKT i kontynuowano codziennie, o tej samej porze. Do fermentacji użyto drożdży *Saccharomyces carlsbergensis*, które były zebrane po drugiej fermentacji (trzeci pasaż), w ilości od 5 do 9 mln komórek na cm^3 . Procesy fermentacji i dojrzewania piwa w wymienionych tankofermentorach prowadzono w tych samych warunkach technologicznych.

Analityka

Analizy ilościowe i jakościowe siarczku dimetylu (DMS) wykonano z użyciem chromatografu gazowego GC 8000 Fisons Instruments (Ipswich, Anglia) z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID).

Określano również liczebność komórek drożdży podczas fermentacji brzeczki i dojrzewania piwa przy użyciu Nucleocounter'a YC-100 (Chemometec, Dania). System ten identyfikuje i liczy komórki, które mają wybarwione DNA jodkiem propidyny.

Parametry pracy chromatografu gazowego (GC)

Temperaturę programową 45°C zadano na 10 min, następnie jej wzrost z szybkością 5°C·min⁻¹ do 120°C, utrzymywano przez 8 min i obniżano do temp. 45°C z szybkością 15°C·min⁻¹. Temperatura strefy nastrzyku (dozownik) – 140°C, gaz nośny – hel o ciśnieniu 65 kPa, przepływ wynosił 4-6 $\text{cm}^3\cdot\text{min}^{-1}$.

Nastrzyk próbek za pomocą autosamplera HS-800, temperatura wygrzewania próbek – 40°C w czasie 40 minut, objętość nastrzyku (bez podziału – splitless) – 0,75 cm^3 , temperatura strzykawki autosamplera – 60°C. Stężenia ilościowe były kalkulowane według programu komputerowego na podstawie wyliczonych powierzchni pików.

Do rozdzielu służyła kolumna kapilarna DB-WAX (l = 60 m; d = 0,53 mm; f = 1 μm) z wypełnieniem wysokopolarnym (glikol polietylenowy – sieciowany).

Analiza statystyczna

Uzyskane wyniki prezentowane w pracy są średnimi z trzech niezależnych powtórzeń, z określeniem odchylenia standardowego. Dane analizowano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), celem ustalenia istotności badanych parametrów. Statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi weryfikowano z wykorzystaniem testu

Duncan'a. Wykonano również analizę skupień oraz głównych składowych (PCA) przy użyciu programu statystycznego Statistica wersja 12 (StatSoft Polska, Kraków).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Ilość siarczku dimetylu w piwie kojarzona jest głównie z jakością słoðu używanego do produkcji brzeczki oraz przemianą jego prekursora w trakcie operacji technologicznych na warzelni.

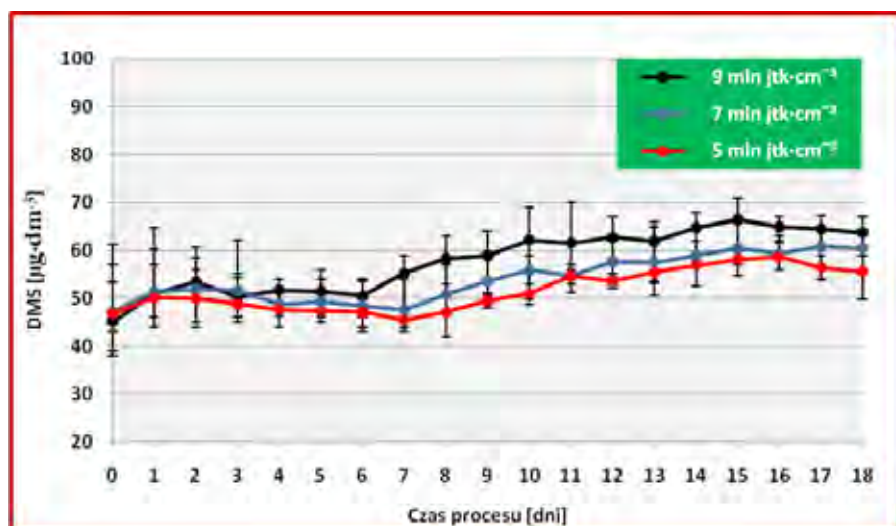
Siarczek obecny w piwie pochodzi z S-metylometioniny (SMM), której głównym prekursorem w słodzie jest aminokwas metionina oraz dimetylosulfotlenek siarczku (DMSO), jako utleniona forma DMS. Podczas suszenia słoðu, w wyniku termodegradacji, a następnie w trakcie zacierania i filtracji zacieru oraz gotowania brzeczki, S-metylometionina przechodzi w utlenioną formę DMS czyli DMSO. Niewielką ilość SMM można również stwierdzić podczas fermentacji brzeczki. Dalszym przemianom związki siarki ulegają podczas gotowania brzeczki na warzelni. W końcowym etapie, forma utleniona (DMSO) zostaje zredukowana (reduktazy drożdży) podczas fermentacji i dojrzewania do DMS.

W przeprowadzonych doświadczeniach, po napełnieniu tankofermentorów zawartość analizowanego związku we wszystkich zbiornikach wynosiła średnio 45-47 $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Przez pierwsze dwa dni procesu, nastąpił wzrost stężenia do wartości powyżej 50 μg , a w kolejnym okresie zawartość DMS ulegała stopniowemu obniżaniu do 6 lub 7 doby, odpowiednio dla dawki drożdży 9 oraz 7 i 5 mln komórek w cm^3 . W kolejnych dobach (7-15) następował sukcesywny, powolny wzrost stężenia DMS. Najwyższa zastosowana dawka drożdży (9 mln komórek w cm^3) spowodowała zwiększenie koncentracji siarczku do około 64 μg (rys. 1). Stosunkowo szybki przyrost badanego związku rozpoczął się po odfermentowaniu brzeczki. Przemiany sulfotlenku dimetylu (DMSO) do DMS zależą głównie od żywotności komórek drożdży i współzależnej aktywności reduktaz. Próby inokulowane mniejszą ilością komórek odznaczały się istotnie większą ich żywotnością (97,5 %) w końcowej fazie procesu i tym samym zdolnością do redukcji prekursora DMS.

Z analizy statystycznej wynika, że zastosowanie dawki drożdży w ilości 5 i 7 mln komórek w cm^3 nie miało wpływu na średnią zawartość siarczku dimetylu w procesie fermentacji, która kształtowała się na poziomie 48 $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wzrost DMS o około 12 % do zawartości 54 $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$, uzyskano po wprowadzeniu wyższej dawki drożdży.

Różnice w kinetyce zmian zawartości DMS pomiędzy badanymi próbami są zobrazowane w tabeli 1, która przedstawia procentową zmianę siarczku dimetylu, w pierwszych ośmiu dniach procesu. Zebrane dane wskazują na istotne statystycznie różnice w odniesieniu do zawieszonych komórek drożdży w młodym piwie, szczególnie w początkowej i końcowej fazie fermentacji.

Uzyskane wyniki przedstawione na rys. 1 wskazują, że dawka drożdży ma istotny wpływ na koncentrację DMS w piwie. Wzrost dawki drożdży z 7 do 9 mln komórek w 1 cm^3 spowodował końcowe podwyższenie zawartości niekorzystnego DMS o około 10 %.

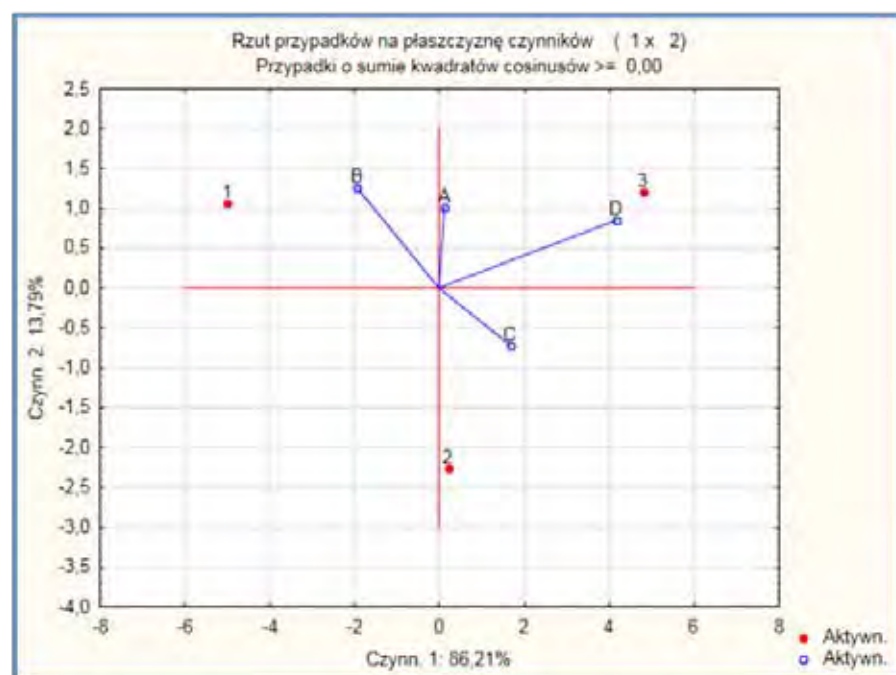


Rys. 1. Kształtowanie się zawartości siarczku dimetylu (DMS) w fermentującej brzeczce i dojrzewającym piwie, w zależności od dawki drożdży.

Fig. 1. The course of DMS content in fermenting wort and lagering beer, depending on yeast pitching rate.

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 2. Dwuwymiarowy wykres czynników głównych dla zawartości siarczku dimetylu i liczności drożdży w procesie fermentacji i dojrzewania piwa, w zależności od dawki drożdży.

Średnia liczebność drożdży w procesie: A – fermentacji, B – dojrzewania; średnia zawartość siarczku dimetylu w procesie: C – fermentacji, D – dojrzewania. Dawka drożdży [mln kom./ml]: 1 - 5, 2 - 7, 3 - 9.

Fig. 2. Two-dimensional graph of the main factors for the content of dimethyl sulfide and the number of yeast in the fermentation and maturation of beer, depending on the yeast pitching rate.

The average number of yeast: A - fermentation B - maturation; the average content of dimethyl sulfide in the process: C - fermentation, D - maturation. Yeast pitching rate [mln cells/ml]: 1 - 5, 2 - 7, 3 - 9.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Wcześniejsze badania przeprowadzone przez Verbelen i in. [9] wykazały, że wraz ze wzrostem dawki drożdży w przedziale od 10 do 120 mln komórek drożdży w 1 cm³, zawartość DMS zmniejszała się z ilości 31 do 25 µg·dm⁻³.

Większa ilość komórek w fermentującej brzeczce oznacza także zwiększoną asymilację związków siarkowych, w tym i DMS. Zdaniem Hougha i in. [4] biomasa drożdży może zawierać od 0,2 do 0,9 % komponentów siarkowych w suchej masie.

W dalszych badaniach należałoby wyjaśnić czy siła enzymatyczna komórek jest wystarczająca do redukcji DMSO, w końcowej fazie dojrzewania, czy też warunki środowiskowe w tankofermentorach (ciśnienie hydrostatyczne, CO₂, etanol) oraz wyższa zawartość ekstraktu (technologie HGB) nie hamują tego procesu.

W przeprowadzonych doświadczeniach, w ostatnim dniu fermentacji liczebność zawieszonych komórek drożdży kształtowała się od 22,9 do 23,2 mln komórek w 1 cm³ fermentującej brzeczki. Określono również liczebność drożdży w leżakującym piwie w ilości od 10,4 do 6,2 mln komórek w 1 cm³ piwa.

Rysunek 2 jest podsumowaniem analizy głównych składowych (PCA) dla zawartości siarczku dimetylu i liczebności drożdży w procesie fermentacji i dojrzewania piwa, w zależności od dawki drożdży. Wektory zmiennych nie są zorientowane w tym samym kierunku co świadczy o ujemnym skorelowaniu zmiennych.

Najbardziej podobnymi profilami reakcji w przekroju wszystkich zmiennych charakteryzują się procesy, w których zastosowano początkowe dawki 7 i 9 mln komórek drożdży w 1 cm³ brzeczki. Z kolei mniejszą zależnością względem analizowanych cech odznaczał się proces prowadzony z udziałem 5 mln komórek drożdży.

Korelacja występuje głównie między zmiennymi A i B oraz C – w próbach charakteryzujących się większą liczbą komórek drożdży w procesie fermentacji i dojrzewania stwierdzano mniejsze ilości DMS.

Wykonane badania dowodzą, że początkowa dawka drożdży ma istotny wpływ na kinetykę zmian zawartości siarczku dimetylu w piwie.

Wykorzystując analizę skupień (metoda Warda), pogrupowano doświadczenia realizowane z różnymi dawkami drożdży (rys. 3), w zależności od końcowego stężenia DMS w piwie.

Analiza danych wykazała, że pierwszą grupę stanowią próby, w których zastosowano początkową dawkę drożdży w ilości 7 i 9 mln komórek w 1 cm³ brzeczki. Brzeczki fermentowane z mniejszą dawką drożdży (5 mln kom./cm³) charakteryzowały się mniejszą, bardziej korzystną zawartością siarczku dimetylu w piwie.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ wielkości zastosowanej dawki drożdży do brzeczki w skali wielkoziornikowej na zawartość siarczku dimetylu (DMS) w piwie. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem dawki drożdży istotnie zwiększa się koncentracja badanego komponentu, co niekorzystnie wpływa na właściwości sensoryczne piwa.
2. Analiza uzyskanych wyników badań pozwala stwierdzić, że na koncentrację DMS wpływ pośredni ma także liczebność komórek drożdży w fermentującej brzeczce i leżakującym piwie. Brzeczki z wyższą początkową dawką drożdży charakteryzowały się mniejszym przyrostem liczby komórek drożdży i w konsekwencji mniejszą zawartością DMS w piwie.

LITERATURA

- [1] ANNES B., C. BAMFORTH. 1982. „Dimethyl Sulphide – a review“. Journal of the Institute of Brewing 88: 244-252.
- [2] BACAE., K. BARANOWSKI. 2000. „Związki siarkowe w brzeczce i piwie. Część 1”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 2: 22-23.
- [3] BREWER J., M. FENTON. 1980. “The formation of sulphur dioxide during fermentation”. Process Convention of the Institute of Brewing (Australia&New Zeland): 155-164.
- [4] HOUGH J., D. BRIGGS, R. STEVENS, T. YOUNG. 1982. Malting and brewing science 2nd edition volume, Aspen.
- [5] KUCHARCZYK K., C. PUCHALSKI. 2016. “Wpływ temperatury fermentacji na zawartość siarczku dimetylu (DMS) w piwie produkowanym w technologii wielkoziornikowej”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1: 36 – 39.
- [6] SALAMON A., K. BARANOWSKI, E. BACA, D. MICHAŁOWSKA, D. ZIELIŃSKA, A.KAPKA. 2011. „Ocena zawartości wybranych związków siarki w piwie w zależności od jakości słoju i obróbki cieplnej brzeczki”. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 566: 193 - 204

Tabela 1. Zmiany zawartości DMS w trakcie fermentacji, w stosunku do jego początkowego stężenia [%]

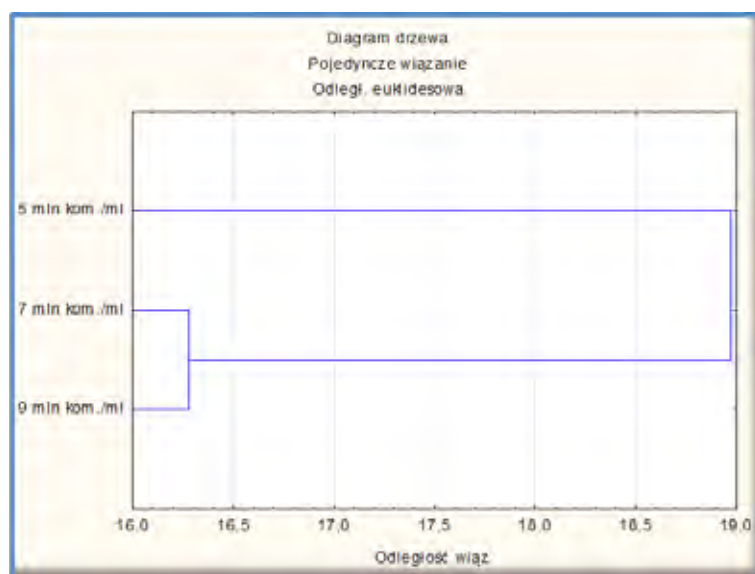
Table 1. The changes of DMS content during fermentation in relation to its initial concentration [%]

Wyszczególnienie	Doba							
Dawka drożdży [mln jtk/ml]	1	2	3	4	5	6	7	8
5	5 b (±1)	3 (±2)	2 b (±0,5)	-2 (±0,5)	-1 (±0)	-2 (±0,3)	-5 (±0,1)	-3 (±0,1)
7	7 a (±0)	5 (±1)	4 a (±0,8)	-1 (±0,1)	0 (±0,1)	-2 (±0,3)	-5 (±0,7)	1 (±0,2)
9	10 b (±2)	13 (±1,5)	7 a (±0,9)	8 (±2)	8 (±1)	5 (±0,5)	13 (±3,0)	20 (±0,3)
ANOVA	ns	p=0,02	ns	ns	ns	ns	p=0,01	p=0,01

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach wykazują różnice według testu Duncana ($p < 0,05$); ns – nieistotne statystycznie

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 3. Diagram podobieństwa analizowanych dawek drożdży w zależności od zawartości siarczku dimetylu.

Fig. 3. Diagram similarity analyzed yeast pitching rate depending on the content of dimethyl sulfide.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

- [7] VANDERHAEGEN B., H. NECEN, H. VERACHTER, G. DERDELINCKX. 2007. “The chemistry of beer aging – a critical review”. Food Chemistry 95: 357 – 381.
- [8] VAN DEN EYNDE E. 1991. „The DMS story from malt and beer”. Cerevisiae Biotechnology 4: 4549.
- [9] VERBELEN P., T. DEKONINCK, S. SAERENS, S. MULDER, J. THEVELEIN, F. DELVAUX. 2009. “Impact of pitching rate on yeast fermentation performance and beer flavour”. Applied Microbiology and Biotechnology 82: 155 – 167.

Dr hab. inż. Katarzyna SZWEDZIAK prof.PO

Mgr inż. Ewa POLAŃCZYK

Dr inż. Monika DĄBROWSKA-MOLENDA

Inż. Klaudia PŁUCIENNIK

Katedra Inżynierii Biosystemów, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska

WPŁYW CZASU PARZENIA I STOPNIA ROZDROBNIENIA HERBATY CZARNEJ NA BARWĘ NAPARU I WŁAŚCIWOŚCI®

The impact of brewing time and the fineness of the color of black tea
infusion and properties®

Słowa kluczowe: herbata, napar, właściwości sensoryczne, walory smakowe herbaty.

Herbata jest jednym z najpopularniejszych napojów na świecie. Częściej pija się jedynie wodę. Herbata zawiera dużo cennych związków mających korzystny wpływ na organizm człowieka. Wykazuje się działaniem relaksującym, odprężającym, ale również orzeźwiającym oraz poprawiającym zdolność myślenia i koncentracji.

Przedmiot przeprowadzonych badań stanowiło 9 czarnych herbat sypkich liściastych, granulowanych oraz ekspresowych z różnego przedziału cenowego. Oceniane były one organoleptycznie, czyli przy pomocy zmysłów wzroku, powonienia i smaku.

Key words: tea, herbal tea, sensory properties, taste tea.

Tea is one of the most popular beverage in the world. More often drunk only water. It contains a lot of valuable compounds having a beneficial effect on the human body. It shows the effects of relaxing, soothing, but also refreshing and improving the ability to think and concentrate.

Object of the study consisted of 9 black teas loose leaf, granulated and express with different price range, which were evaluated organoleptically, that is, through the senses of sight, smell and taste.

WSTĘP

Herbata – *Thea sinensis* jest rośliną wiecznie zieloną, należy do rodziny *Camellia*. Najczęściej przez botaników wyróżniane są trzy ściśle ze sobą spokrewnione odmiany – herbata chińska, czyli *Camellia sinensis*, herbata z Assamu – *Camellia assamica* oraz herbata pochodząca z Kambodży, czyli *Camellia assamica subspecies lasiocalyx*. Roślinę herbacianą charakteryzuje duża wytrzymałość, ponieważ może ona rosnąć nawet na ubogich czy kamiennych glebach. Roślina ta, najczęściej uprawiana jest na terenach górskich i podgórskich. Herbatę cechuje także odporność na różne temperatury, dobrze znosi upały oraz niskie temperatury. Krzew herbaty ma zwinięte listki, zawierające liczne komórki wydzielnicze. Kwiaty rośliny herbacianej mają kolor biały bądź różowy, liście natomiast są ciemnozielone, mają kształt owalny oraz unerwione i postrzępione brzegi [1, 2].

Herbata dzięki zawartości różnorodnych składników posiada wiele korzystnych dla zdrowia właściwości. Znawcy uważają, że herbata między innymi oczyszcza krew, usprawnia pracę mózgu, ożywia, wzmacnia odwagę, poprawia wzrok i zdolności pamięciowe. Ilość składników występujących w herbacie zależy od miejsca uprawy, odmia-

ny oraz parametrów procesu technologicznego. Liście świeżo zebranej herbaty mają inny skład chemiczny niż herbata sypka jaka jest później z nich uzyskana. Niektóre związki podczas obróbki technologicznej giną zupełnie, inne ulegają procesom utleniania a kolejne poddają się złożonym reakcjom w wyniku czego powstają całkowicie nowe związki o różnorodnych cechach i właściwościach. Do najważniejszych rozpuszczalnych związków herbaty zaliczamy związki garbnikowe będące złożoną mieszkanką dziesięciu polifenolowych związków takich jak: tanina, katechiny i inne pochodne, nadające herbacianym naparom odpowiednią barwę i aromat, a także gorzkawy smak, który jest charakterystyczny dla długo parzonych herbat. Ponadto zawiera alkaloidy z których najważniejszym jest teina; olejki eteryczne odpowiadające za aromat herbaty; związki białkowe i wolne aminokwasy; pigmenty, dzięki którym napar herbaciany może przybierać różne zabarwienie oraz witaminy – prowitaminę A, witaminy z grupy B, witaminę C i inne związki [3, 4, 5].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań sensorycznych na podstawie których została określona barwa naparu herbaty i jej właściwości sensoryczne, w szczególności smak i zapach. Badania wykonane zostały na bazie herbat czarnych liściastych, granulowanych i ekspresowych.

MATERIAŁY I METODYKA

Badaniom zostało poddanych dziewięć próbek herbat czarnych, które zostały zakupione w detalicznych punktach sprzedaży na terenie Opola w grudniu 2015 roku. Materiał badawczy stanowiły:

1. Herbata nr 1 – liściasta.
2. Herbata nr 2 – liściasta.
3. Herbata nr 3 – liściasta.
4. Herbata nr 4 – granulowana.
5. Herbata nr 5 – granulowana.
6. Herbata nr 6 – granulowana.
7. Herbata nr 7 – w saszetkach.
8. Herbata nr 8 – w saszetkach.
9. Herbata nr 9 – w saszetkach.

Napary herbaciane oceniane były przez grupę pięciu osób pod kątem wyglądu, barwy, aromatu, zapachu i smaku naparów. Badania dla każdej próbki przeprowadzane były w jednakowych warunkach, w temperaturze pokojowej. Wszystkie herbaty znajdowały się w okresie przydatności do spożycia. Napary przygotowano zgodnie z wymogami normy PN-ISO 3103:1996. Zaparzane były one odpowiednio przez 2, 3, 5 i 7 minut. Każdy napar powstał przez zalanie 2-ch gramów herbaty 200 ml świeżo zagotowanej wody. Do przygotowanych naparów nie dodano cukru, mleka ani innych przypraw. Po odpowiednim czasie parzenia, napar zlewano do zlewki a następnie przeprowadzano ocenę organoleptyczną. Grupa mogła oceniać napary korzystając z określeń zawartych w Tabeli 1, która została stworzona według PN-ISO 6078:1996. Każda z grupy badanych osób, wpisywała swoje oceny, uwagi i spostrzeżenia do odpowiednich tabel, z których później odczytano wyniki i utworzono nowe tabele z uśrednionymi wynikami.

Przed przystąpieniem do parzenia została wykonana ocena suchej herbaty. Na biały, porcelanowy talerz wysypano około 5 g herbaty w przypadku herbat liściastych i granulowanych, a w przypadku herbat ekspresowych była to zawartość saszetki, czyli około 2 g suchej herbaty. Dokonano sprawdzenia jednorodności i równości herbaty według PN-ISO 6078:1996. W przypadku herbat liściastych – oceniono wielkość i skręt poszczególnych listków a także oceniono barwę i zapach suchego liścia herbaty. W przypadku herbat granulowanych – oceniono wielkości granulek oraz ich zapach i barwę. Przy herbatach ekspresowych – oceniono zawartości saszetek pod względem jednorodności, barwy i zapachu. Zgodnie z wymogami polskiej normy pożądane jest, aby suchy liść herbaty miał jednolity wygląd, nie był stwardniały ani pęcherzykowaty oraz był bez zanieczyszczeń. Barwa liścia powinna być brązowa lub czarna a zapach przyjemny, charakterystyczny dla czarnej herbaty.

Dodatkowo w tabelkach dotyczących zapachu i smaku można było używać następujących określeń: łagodny, neutralny, kwaskowy, kwaśny, pełny, lekki, mocny, słaby, gorzki, cierpki, trawiasty, ziemisty, chemiczny, metaliczny, pleśniowy, stęchły, gnilny, workowy, skrzynkowy [PN-ISO 6078].

Tabela 1. Określenia cech organoleptycznych używanych w czasie badania

Table 1. The terms of the organoleptic characteristics used during the test

Cecha sensoryczna	Określenia
Wygląd naparu herbaty	Żywy – cecha prawidłowa, przeciwna matowi Barwny – głębokie nasycenie barwy Kremujący – mocny napar, który podczas stygnięcia wygląda jakby był z dodatkiem mleka Złoty – napar atrakcyjny i żywy Mulisty – napar mętny Różany – napar o bardziej czerwonym zabarwieniu Ciemnoszary – napar mętny i szarawy, bez właściwej barwy
Barwa	Oceniana w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza barwę jasną a 5 jest oznaczeniem barwy ciemnej
Aromat	Oceniany w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza nikły aromat a 5 jest oznaczeniem bardzo mocnego aromatu
Zapach	Oceniany jako właściwy lub niewłaściwy
Smak	Oceniany w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza słaby smak a 5 jest oznaczeniem smaku mocnego.

Źródło: Badania własne

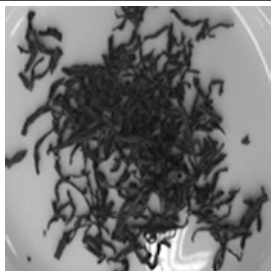
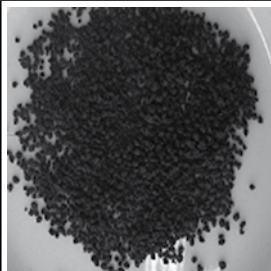
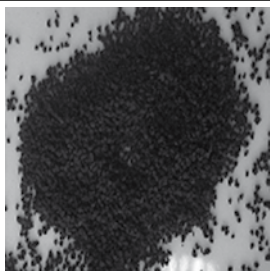
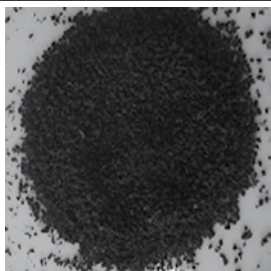
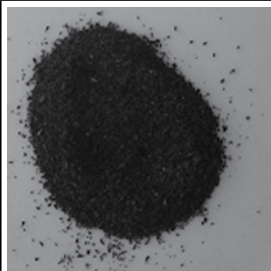
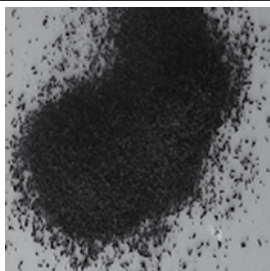
Source: The own study

ANALIZA I OCENA WYNIKÓW

Przeprowadzona analiza uzyskanych wyników suchej herbaty dotycząca wyglądu, barwy oraz zapachu pozwoliła stwierdzić, że większość przebadanych herbat jest dobra jakościowo. W przypadku herbat liściastych numer 1 i 2 stwierdzamy, że posiadały liście jednorodne i czyste, jedynie w przypadku herbaty numer 3 zauważalne były nieznaczne łodyżki. Wszystkie wyżej wymienione próbki wyróżniały się właściwym, przyjemnym zapachem oraz odpowiednią barwą, świadczącą o prawidłowym przebiegu fermentacji. Barwa wszystkich herbat liściastych była połyskliwa, co również świadczy o poprawnym przebiegu technologicznego procesu produkcyjnego. W żadnej z badanych herbat liściastych nie zaobserwowano liści zgnitych lub zepsutych ani sztucznie sklejonnych. W analizowanych herbatach granulowanych również nie stwierdzono większych odstępstw od normy, herbaty numer 4 i 5 miały granulki jednorodne i czyste barwy brązowo – czarnej, granulki niejednorodne zauważono w herbacie numer 6. Wszystkie herbaty granulowane charakteryzowały się właściwym, przyjemnym zapachem. Najmocniejszym zapachem wśród herbat granulowanych wyróżniała się herbata numer 5. Natomiast zawartość saszetek herbat ekspresowych była najbardziej rozdrobniona spośród wszystkich przebadanych herbat. W przypadku herbaty numer 7 i 8 zawartość była czysta i jednorodna, czarno – brązowej barwy o właściwym i przyjemnym zapachu. W przypadku herbaty numer 9, zawartość była niejednorodna i zawierała dużą ilość zanieczyszczeń. Lekko workowy zapach

Tabela 2. Wygląd suchych herbat

Table 2. Appearance of dry tea

Herbaty liściaste		
Herbata nr 1	Herbata nr 2	Herbata nr 3
		
Herbaty granulowane		
Herbata nr 4	Herbata nr 5	Herbata nr 6
		
Herbaty ekspresowe		
Herbata nr 7	Herbata nr 8	Herbata nr 9
		

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Tabela 3. Ocena suchej herbaty

Table 3. Evaluation of dry tea

L.p.	Wygląd	Barwa	Zapach
1.	liście skręcone, jednorodne, czyste	brązowa	typowy, przyjemny
2.	liście atrakcyjne, skręcone, czyste	brązowa	właściwy, typowy
3.	liście niejednolite, skręcone, czyste	brązowa	właściwy, delikatny
4.	granulki jednorodne, czyste	brązowo – czarna	właściwy, przyjemny
5.	granulki jednorodne, czyste	brązowo – czarna	właściwy, mocny
6.	granulki niejednorodne, czyste	czarno – brązowa	właściwy, przyjemny
7.	zawartość czysta, jednorodna	czarno – brązowa	właściwy, przyjemny
8.	zawartość czysta, jednorodna	czarno – brązowa	właściwy, przyjemny
9.	zawartość z dużą ilością zanieczyszczeń, niejednorodna	brązowo – czarna	typowy, lekko workowy

Źródło: Badania własne

Source: The own study

może świadczyć o tym, że herbata ta, była długo przechowywana przed paczkowaniem. Zapach wszystkich przeanalizowanych herbat był właściwy i typowy dla herbaty czarnej. W żadnej z herbat nie stwierdzono niepożądanych zapachów obcych. Wygląd poszczególnych badanych herbat został przedstawiony w Tabeli 2, a ich ocena znajduje się w Tabeli 3.

Ocena organoleptyczna sporządzonych naparów herbacianych pozwoliła określić jak istotny wpływ na cechy sensoryczne ma stopień rozdrobnienia oraz czas parzenia poszczególnych rodzajów herbaty czarnej. Doskonale można zauważyć, że w przypadku większości analizowanych herbat dłuższy czas parzenia wpływał na ciemnienie barwy naparu. Odnotowano różnice wynoszące nawet dwa punkty w skali oceny barwy. Przykładem może być herbata China Yunnan, gdzie barwa po dwóch minutach parzenia była oceniona jako 2,5 a po siedmiu minutach ocena barwy tej samej herbaty wynosiła 4,5. Wraz ze wzrostem czasu parzenia niektóre napary nabierały czerwonego zabarwienia. Takie zmiany dotyczyły herbat granulowanych numer 4 i 5 oraz wszystkich badanych herbat ekspresowych. Po dwóch minutach parzenia najciemniejszą barwą odznaczała się granulowana herbata numer 4 a najśłabszą – ekspresowa numer 9. Może mieć to związek z dużą ilością zanieczyszczeń jakie zawierała ostatnia z analizowanych herbat. Napary herbat numer 2, 6 i 9 cechowały się również niepożądanym, mulistym wyglądem. W przypadku reszty herbat napary były żywe, barwne i klarowne. Aromat po krótkim dwu minutowym czasie parzenia oscylował w granicach 2-3 punktów w skali oceniania. W większości był delikatny, łagodny lub słabo wyczuwalny. Najlepszym aromatem charakteryzowały się herbaty numer 4 i 5, a najśłabszym, niepełnym – herbata numer 9. Pod względem smaku najlepiej zostały ocenione herbaty granulowane oraz liściasta herbata numer 2. Natomiast najgorzej oceniono liściastą herbatę numer 1 i ekspresową numer 9.

Po trzech minutach zaparzania najciemniejszą barwą w dalszym ciągu charakteryzowała się herbata numer 4 a także granulowana herbata numer 6 i ekspresowa numer 3, najjaśniejsza barwa cechowała liściastą herbatę numer 1 oraz ekspresową numer 9. Większość naparów odznaczała się żywym, barwnym, klarownym wyglądem. Pod względem aromatu herbaty ocenienie zostały od 2 do 3,5. Większość aromatów oceniono jako typowe i łagodne. W przypadku smaku po trzyminutowym zaparzeniu, najlepszy

smak przypisano granulowanej herbacie numer 4, natomiast najgorszy liściastym herbatom numer 1 i 2. Najczęściej smak oceniany był jako zwykły, właściwy. Po tym czasie parzenia żadna z herbat nie wykazała się niewłaściwymi i niepożądanymi cechami jak barwa, aromat i smak.

Po pięciu minutach zaparzania zaobserwowano w większości herbat ściemnienie barwy. Wyjątkiem były herbaty numer 1 i 9. Resztę naparów oceniono od 4 do 4,5. Najczęściej wygląd naparu oceniany był jako żywy i klarowny, jedynie w przypadku granulowanej herbaty Saga napar był mulisty. Pod względem aromatu badane herbaty prezentowały wyrównany poziom. Najczęściej aromat określano jako łagodny, typowy i przyjemny. W kwestii smaku najgorsze oceny zostały przyznane liściastej herbacie numer 1 oraz ekspresowej numer 9. Reszta naparów charakteryzowała się smakiem przyjemnym i właściwym. Nie została stwierdzona obecność smaków obcych i niepożądanych.

Po siedmiu minutach zaparzania większość naparów zaczęła odznaczać się czerwona barwą, wyjątkiem były liściaste herbaty numer 1 i 2. Większość naparów określana była mianem żywych i barwnych, jedynie w przypadku herbaty numer 2 i 4, napar nabrał mulistego wyglądu. Najczęściej występującą oceną barwy była 4,5, odstępstwem od normy wykazała się herbata numer 1 z notą 2,5; herbata numer 9 z oceną 3,5 oraz herbata numer 5 z notą 4. Pod względem aromatu analizowane herbaty prezentowały wyrównany poziom, jednak aromat po siedmiominutowym zaparzeniu został oceniony gorzej niż w przypadku zaparzania przez pięć minut. Pod względem smaku najgorzej sklasyfikowano herbatę liściastą numer 1. Natomiast najmocniejszym i najpełniejszym smakiem charakteryzowały się liściasta numer 3 oraz granulowana numer 4.

Zaobserwowano, że najlepszymi właściwościami cechowały się herbaty zaparzane w czasie pięciu minut. Po tym czasie parzenia napary stawały się gorsze zarówno pod względem wyglądu, barwy, aromatu i smaku. W większości przypadków najciemniejsze barwy naparów uzyskiwano z herbat granulowanych i ekspresowych, co pozwala stwierdzić, że im większy stopień rozdrobnienia herbaty, tym ciemniejsze zabarwienie naparu.

WNIOSKI

Na podstawie oceny organoleptycznej suchej herbaty, stwierdzono, iż większość analizowanych herbat charakteryzowała się odpowiednim, właściwym dla herbaty czarnej stanem liści, granulek i zawartości saszetek. Wyjątkiem była jedna herbata, której zawartość była niejednorodna, z dużą ilością zanieczyszczeń, co mogło mieć wpływ na złe oceny jej walorów smakowych. Barwa i zapach suchych herbat były bez zastrzeżeń, typowe dla czarnej herbaty. Nie stwierdzono zawilgocenia ani widocznych śladów pleśni.

Ocena sensoryczna przygotowanych naparów herbacianych wskazała, że większość przeanalizowanych herbat była dobra jakościowo. Herbaty charakteryzowały się najczęściej odpowiednim zabarwieniem; żywym i klarownym naparem. Aromat był właściwy, przyjemny i typowy dla herbaty czarnej, natomiast pod względem smaku występowały duże rozbieżności. Być może przydzielenie nie najlepszych ocen dla smaku najlepszym gatunkowo herbatom wynikało z tego, iż grupa przeprowadzająca badania była w młodym wieku i stanowiły ją osoby nie przyzwyczajone do picia herbat lepszych gatunków, nie będące w stanie docenić głębi smaku tego napoju.

Po przeprowadzeniu analizy naparów herbacianych zaparzanych przez zróżnicowaną ilość czasu, zaobserwowano, że najlepsze napary pod względem wyglądu, barwy, aromatu i smaku uzyskano po pięciu minutach zaparzania. Krótkie zaparzanie (2 minuty) lub długie (7 minut) w większości przypadków działało niekorzystnie na podane cechy. Najciemniejszymi naparami okazały się te, sporządzone z herbat najbardziej rozdrobnionych, czyli granulowanych i ekspresowych.

Podsumowując można stwierdzić, że:

- Im większy stopień rozdrobnienia herbaty tym ciemniejsza barwa otrzymanego naparu.
- Wraz ze wzrostem czasu parzenia, herbata przybiera ciemniejszą barwę oraz ulegając pogorszeniu walory smakowe.

LITERATURA

- [1] **ELLIS H. 2003.** Herbata, co warto wiedzieć. Warszawa: Rosner i Wspólnicy.
- [2] **FIEDORUK A. 2004.** Herbata bez tajemnic. Białystok: Instytut Wydawniczy Kreator.
- [3] **GLEASON C. 2007.** The biography of tea. Lancaster: Crabtree Publishing Company.
- [4] **KRZYŻANOWSKI J. 2008.** Herbata: eliksir młodości, smaku i dobrego samopoczucia. Warszawa: Świat Książki.
- [5] **PRZYSŁAWSKI J. 2006.** Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.

Dr inż. Dorota DEC

Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

WPŁYW WYBRANYCH FENOLOKWASÓW NA SZCZEPY GRZYBÓW PLEŚNIOWYCH®

The effect of selected phenolic acids strains of fungi®

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy statutowej nr S/WBiŚ/2/15 i sfinansowane ze środków na naukę MNiSW.

Słowa kluczowe: związki fenolowe, *Aspergillus*, działanie przeciwgrzybicze.

*Celem badań zaprezentowanych w artykule była ocena działania substancji fenolowych występujących powszechnie w roślinach na wybrane szczepy grzybów pleśniowych z punktu widzenia poznawczego oraz ewentualnego zastosowania w praktyce w przemyśle spożywczym. Materiałem badawczym były szczepy *Aspergillus*, na których sprawdzano wpływ wybranych fenolokwasów.*

WSTEP

Konserwanty chemiczne stosowane do przedłużania okresu trwałości produktów spożywczych to m. in.: benzoosan sodu, benzoosan wapnia, sorbinian potasu. Substancje te mają właściwości przeciwbakteryjne, przeciwrzybiczne, ale niektóre z nich nie są obojętne dla zdrowia człowieka. Ulegają one metabolizmowi w organizmie, jednak mogą powodować niepożądane reakcje pokarmowe po spożyciu określonego produktu lub jego składników. Istnieje zatem zapotrzebowanie konsumentów na żywność, która jest wolna od wszelkich sztucznych dodatków, a skutecznie działające antyoksydanty zawarte w niej powinny być pochodzenia naturalnego. Alternatywą stosowania konserwantów chemicznych mogą być metody biokonserwacji żywności, zwiększające bezpieczeństwo produktów spożywczych [1]. Wiele roślin posiada w swym składzie kompleksy substancji biologicznie czynnych o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, antyoksydacyjnych i terapeutycznych [3, 4]. Do tej grupy związków należą polifenole, które skutecznie hamują powstawanie wolnych rodników i działają jako substancje hamujące wzrost mikroflory saprofitycznej i chorobotwórczej. Polifenole to wtórne metabolity roślinne o bardzo zróżnicowanej strukturze, masie cząsteczkowej i właściwościach fizycznych, biologicznych i chemicznych. Występują we wszystkich częściach roślin: kwiatach, owocach, nasionach, liściach, korzeniach, korze i częściach zdrewniałych roślin [5]. Związki te odgrywają istotną rolę we wzroście i reprodukcji rośliny, ale także w kształtowaniu cech sensorycznych żywności. Nadają specyficzny cierpki i gorzki smak, są odpowiedzialne za barwę, włóknistość, a także mogą powodować zmętnienia i osady w takich rodzajach żywności przetworzonej

Key words: phenolic compounds, *Aspergillus*, anti-fungal.

The aim of this study was to evaluate the effect of phenolic substances commonly found in plants selected strains of fungi from the point of view of the cognitive and the possible practical application in the food industry. The research material were strains of Aspergillus, which tested the effect of some phenolic acids.

jak soki, wina i napoje [2]. Fenolokwasy to bardzo zróżnicowana pod względem chemicznym grupa związków, której skład zależy od gatunku rośliny, odmiany, warunków klimatycznych i agrotechnicznych upraw. Jedną z ważniejszych grup polifenoli są flawonoidy, które ze względu na zróżnicowaną strukturę chemiczną i różnorodność wynikającą z przyłączania podstawników, zwłaszcza reszt cukrowych, pełnią wiele ważnych funkcji w roślinie. Biorą one udział w morfogenezie, przepływie energii, determinacji płci, fotosyntezie, oddychaniu, regulacji ekspresji genów, regulacji syntezy hormonów wzrostu [7,9].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu fenolokwasów na wybrane szczepy grzybów pleśniowych z punktu widzenia poznawczego oraz ewentualnego zastosowania w przemyśle spożywczym.

METODYKA BADAŃ

W badaniach wykorzystano pięć szczepów grzybów z rodzaju *Aspergillus*. Cztery z nich pochodzą z Kolekcji Czystych Kultur Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej – *Aspergillus flavus* ŁO422, *A. ochraceus* ŁO444, *A. parasiticus* ŁO446, ŁO447, a jeden z własnej kolekcji – *Aspergillus niger*. Dla każdego szczepu oznaczono minimalne stężenie hamujące (ang. MIC – *Minimal Inhibitory Concentration*) badanych kwasów fenolowych. W badaniach użyto 11 związków fenolowych (kwas o-kumarowy, kwas cynamonowy, kwas 4-nitrobenzoesowy, kwas p-anyżowy, kwas benzoesowy, kwas ferulowy, kwas 2,6- dihydroksybenzoesowy, kwas elagowy, kwas salicylowy, kwas 2,4-dihydroksybenzoesowy, kwas galusowy).

Badane substancje rozpuszczano w DMSO w stężeniu 100 mg/ml i przygotowywano z nich rozcieńczenia w podłożu płynnym Sabouraud Broth dla grzybów. Przygotowywano zakres stężeń w granicach 10-100 mg/ml. Do poszczególnych rozcieńczeń badanych składników o objętości 1 ml dodawano po 0,1 ml 3-5-dniowych hodowli grzybów, rozcieńczonych w odpowiednich podłożach. Inokulum badanych drobnoustrojów mieściło się w granicach 10^4 - 10^5 strzępek i zarodników grzybów pleśniowych w 1 ml. Próbkę inkubowano w cieplarni przez 72 godz. w temp 25°C. Następnie określano najmniejsze stężenie hamujące MIC badanych substancji fenolowych [6].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono aktywność przeciwgrzybiczą wybranych fenolokwasów. Stwierdzono, że działanie badanych kwasów fenolowych na szczepy grzybów z rodzaju *Aspergillus* było zróżnicowane. Kwas o-kumarowy i kwas elagowy nie wykazywały działania przeciwgrzybiczego na badane grzyby. Również badania Stachelskiej i wsp. [8] dowiodły iż kwas o-kumarowy miał małą skuteczność przeciwdrobnoustrojową. Kwas ferulowy i kwas 4-nitrobenzoesowy hamował wzrost *A. parasitica* ŁO446, ŁO447 w granicach 10 mg/ml. Natomiast wysoką aktywność przeciwdrobnoustrojową wykazywały kwasy: cynamonowy, p- anyżowy, benzoesowy, 2,6-dihydroksybenzoesowy, salicylowy MIC w granicach 10-100 mg/ml. Kwas galusowy hamował wzrost trzech rodzajów *Aspergillus* (*flavus* ŁO422, *ochraceus* ŁO444, *parasiticus* ŁO446), MIC=50 mg/ml. Najbardziej opornym na działanie grzybobójcze zastosowanych fenolokwasów był *A. Niger*. Z jedenastu badanych kwasów tylko

pięć (kwas cynamonowy, benzoesowy, 2,6-dihydroksybenzoesowy, salicylowy, 2,4-dihydroksybenzoesowy) hamowało jego wzrost i to w wysokich stężeniach (MIC w granicach 50-100 mg/ml). Kędzia, Hołderna-Kędzia [6] w swoich badaniach wykazali, że kwas p-kumarowy i ferulowy miały słabe działanie przeciwdrobnoustrojowe.

Grzyby pleśniowe porażają rośliny o podstawowym znaczeniu gospodarczym we wszystkich strefach klimatycznych. Powodują znaczne straty plonów, co związane jest z ich rozpowszechnieniem w środowisku, wysoką patogennością i toksynotwórczością. Poszukuje się więc związków naturalnych, które mogą hamować rozwój tych grzybów [4]. Wyniki badań prezentowanej w artykule pracy wskazują, iż badane szczepy *Aspergillus*, wykazują zróżnicowaną wrażliwość na wybrane kwasy fenolowe. Wśród roślinnych polifenoli znajdują się substancje o wysokiej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, co może być wykorzystane do wytwarzania biokonserwantów żywności, w celu zwiększania bezpieczeństwa produktów spożywczych.

WNIOSKI

1. Działanie przeciwgrzybicze badanych kwasów fenolowych było zróżnicowane, najsilniejsze działanie miały kwasy: p- anyżowy, benzoesowy, cynamonowy, salicylowy.
2. Kwasy o-kumarowy i elagowy nie wykazały działania hamującego wzrost badanych grzybów, a kwas 4-nitrobenzoesowy i kwas ferulowy zadziałały tylko na jeden z badanych szczepów *Aspergillus*.

Tabela 1. Aktywność przeciwgrzybicza badanych fenolokwasów (MIC >10 mg/ml)

Table 1. Antifungal activity of the tested phenolic acids (MIC > 10 mg / ml)

Lp.	Nazwa substancji	MIC (mg/ml)				
		<i>Aspergillus flavus</i> ŁO422	<i>Aspergillus ochraceus</i> ŁO444	<i>Aspergillus parasiticus</i> ŁO446	<i>Aspergillus parasiticus</i> ŁO447	<i>Aspergillus niger</i>
1.	kwas o-kumarowy	0	0	0	0	0
2.	kwas cynamonowy	10	10	50	10	100
3.	kwas 4-nitrobenzoesowy	0	0	10	10	0
4.	kwas p-anyżowy	10	10	10	10	0
5.	kwas benzoesowy	10	10	10	10	100
6.	kwas ferulowy	0	0	10	10	0
7.	kwas 2,6-dihydroksybenzoesowy	10	10	50	0	100
8.	kwas elagowy	0	0	0	0	0
9.	kwas salicylowy	50	10	50	50	50
10.	kwas 2,4-dihydroksybenzoesowy	50	50	0	0	50
11.	kwas galusowy	50	50	50	0	0

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

3. Najbardziej opornym na działanie zastosowanych fenolokwasów okazał się *Aspergillus niger*.
4. Przeprowadzone badania wskazały, że wśród roślinnych pochodnych fenolu znajdują się substancje o wysokiej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, które mogą być wykorzystane w przemyśle spożywczym w celu zwiększenia trwałości produktów.

LITERATURA

- [1] ACAR G., N.M. DOGAN, M.E. DURU, I. KIVRAK 2010. „Phenolic profiles, antimicrobial and antioxidant activity of the various extracts of *Crocus species* in Anatolia”. *African Journal of Microbiology Research* 4 (11): 1154-1161.
- [2] ALASALVAR C., J.M. GRIGOR, D. ZHANG, P.C. QUANTICK, F. SHAHIDI 2001. „Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidants vitamins, and sensory quality of different carrot varieties”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 1410-1416.
- [3] Clark A. M. 1996. „Natural products as a resource for new drugs”. *Pharmaceutical Research* 13:1133-1141.
- [4] DEC D., M. STEFANIAK, S. OBIDZIŃSKI, J. PIKUT. 2015. „Ocena mikrobiologiczna produktów zbożowych dostępnych na rynku województwa podlaskiego”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* t.25(1): 48-51.
- [5] HERRMANN K. 1989. „Occurrence and content of hydroxycinnamic acid and hydroxybenzoic acid compounds in foods”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 28: 315-347.
- [6] KĘDZIA B., E. HÓLDERNA-KĘDZIA 2012. „Działanie przeciwdrobnoustrojowe roślinnych pochodnych fenolu”. *Borgis - Postępy Fitoterapii* 3: 151-155.
- [7] ŁUKASZEWICZ M. 2004. „Synteza flawonoidów”. *Przegląd Eureka* 37: 3.
- [8] STACHELSKA M. A., A. JAKUBCZAK, B. WIĘT-CZAK, S. TYL 2012. „Ocena wrażliwości *Yersinia enterocolitica* na wybrane sole kwasów fenolowych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (81): 88 – 98.
- [9] WILSKA-JESZKA J. 2007. „Polifenole, glukozyzowane i inne związki prozdrowotne i antyżywnościowe”. *Chemia żywności*. Warszawa: 206-226.

Dr n. wet. inż. Magdalena POLAK – ŚLIWIŃSKA

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności Uniwersytet Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
Mgr inż. Mariusz ŚLIWIŃSKI

Instytut Innowacji Przemysłu Mleczarskiego Sp. z o. o., ul. Kormoranów 1, 11-700 Mrągowo

Dr inż. Beata PASZCZYK

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności Uniwersytet Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
Dr inż. Mariusz S. KUBIAK

Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Gastronomii w Poznaniu, ul. Nieszawska 19, 61-022 Poznań

OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA AFLATOKSYNĄ M_1 ŻYWNOŚCI TRADYCYJNEJ, REGIONALNEJ I KONWENCJONALNEJ NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH®

The assessment of the degree of aflatoxin M_1 pollution in traditional, regional and conventional food on the example of selected food products®

*Fragment badań finansowanych ze środków na naukę w latach 2009-2011
jako projekt badawczy własny nr N N312 439837*

Słowa kluczowe: mikotoksyny, aflatoksyna M_1 (AFM_1), żywność tradycyjna, regionalna i konwencjonalna.

Celem badań zaprezentowanych w artykule była ocena stopnia zanieczyszczenia aflatoksyną M_1 żywności tradycyjnej, regionalnej i konwencjonalnej na przykładzie mleczarskich produktów spożywczych.

Materiał do badań stanowiły konwencjonalne, regionalne i tradycyjne produkty mleczarskie: mleka spożywcze i sery, które analizowano w 3 równoległych powtórzeniach w kierunku obecności AFM_1 .

Wszystkie badane mleka spożywcze wytworzone metodami konwencjonalnymi ($n=10$) były zanieczyszczone AFM_1 . Najwyższy jej poziom zanotowano dla mleka spożywczego 3,2 % UHT w 1. roku badań – 0,053 $\mu\text{g/l}$, natomiast najniższe stężenie tego związku wykryto w mleku spożywczym 2 % pasteryzowanym w 2. roku badań – 0,012 $\mu\text{g/l}$. W żadnym z produktów mleczarskich tradycyjnych i regionalnych nie wykryto AFM_1 , co świadczy o bezpieczeństwie zdrowotnym tych wyrobów.

Key words: mycotoxins, aflatoxin M_1 (AFM_1), traditional, regional and conventional food.

The aim of the work presented in this article was to assess the degree of contamination of food by aflatoxin M_1 in traditional, regional and conventional food on the example of selected food products.

The material consisted of conventional, regional and traditional dairy products: milks and cheeses, which were analyzed in three parallel replicates in the destination of presence of AFM_1 .

All the analyzed dairy products made by conventional methods ($n = 10$) were contaminated AFM_1 . Highest level recorded for milk UHT 3.2% in the first year of the study – 0,053 $\mu\text{g/l}$ (sample no. 9), while the lowest average concentration of this compound was detected in pasteurized 2% milk in the second year of the study – 0,012 $\mu\text{g/l}$. In any traditional and regional dairy products, AFM_1 was not detected, which indicates on health safety of these products.

WSTĘP

W Unii Europejskiej produkty tradycyjne i regionalne postrzegane są w kategorii dziedzictwa kulturowego całego kontynentu, stanowiąc istotny element promocji Europy i jej poszczególnych krajów. W tym kontekście żywność naturalna, regionalna i tradycyjna wymusza samoorganizację producentów, uruchamiających produkcję, co pociąga za sobą współdziałanie różnych partnerów w zakresie promocji wysokiej jakości tych produktów oraz sprzedaży w dobrze pojętym interesie społecznym [30]. W Polsce są regiony,

które rozpoznaje się na rynku nie tyle dzięki atrakcyjnym walorom przyrody czy architekturze, lecz produktom wytwarzanym w danym regionie metodami tradycyjnymi. Reprezentują one obszar kraju, tworząc przez to markę regionu i będąc ważnym elementem jego atrakcyjności turystycznej [33]. Produkty posiadające znaki unijne cieszą się międzynarodowym uznaniem, są sprzedawane po znacznie wyższych cenach niż podobne produkty, które nie posiadają tego typu oznakowania, a w wielu przypadkach ich jakość i renoma są ważnymi atutami dla rozwoju regionu [14, 33].

Adres do korespondencji – Corresponding author: Magdalena Polak-Śliwińska, Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki Żywności, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, ul. Heweliusza 6, pokój 200, 10-726 Olsztyn, e-mail: m.polak@uwm.edu.pl

W Polsce opracowane zostały systemy wewnętrzne, uwzględniające lokalną specyfikę i możliwości w zakresie wytwarzania żywności wysokiej jakości (w tym krajowa Lista Produktów Tradycyjnych) [33]. Z drugiej strony jest żywność konwencjonalna, czyli żywność wytwarzana z użyciem środków chemicznych i modyfikacji genetycznych, pozwalających na uzyskanie jak najlepszych wskaźników wydajności gospodarstw rolnych i efektywności sprzedaży. Dostępność tej żywności w sieciach sprzedaży jest znacząca. Surowców do jej produkcji dostarcza konwencjonalne (intensywne) rolnictwo, którego dążeniem jest zwiększenie wydajności w produkcji poprzez stosowanie nawozów mineralnych i środków ochrony roślin oraz chemicznych środków stymulujących przyrost masy hodowanych zwierząt [14].

Duże zagrożenie bezpieczeństwa żywności regionalnej, tradycyjnej, jak też konwencjonalnej stanowią mikotoksyny.

Mikotoksyny są wtórnymi metabolitami grzybów toksynotwórczych głównie z rodzaju *Fusarium*, *Aspergillus* i *Penicillium* [10] zdolnych wzrastać na różnych podłożach, także w żywności [17, 20]. Doniesienia o pierwszych zatruciach spowodowanych mikotoksynami obecnymi w paszy pochodzą z Anglii, gdzie w 1960 roku nieokreślona wówczas jednostka chorobowa spowodowała śmierć tysięcy indyków, kaczek, cieląt i świń [6, 29]. Przyczyną, jak dowiedziono, było skarmianie zwierząt mąką zainfekowaną grzybem *Aspergillus flavus*, który jest jednym z głównych producentów aflatoksyn, co wywołało w konsekwencji śmierć zwierząt.

Aflatoksyne tworzone są głównie przez gatunki: *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*. Zanieczyszczają importowane arachidy, śruty arachidowe i śruty innych roślin oleistych oraz ziarno kukurydzy [4]. Są bardzo rozpowszechnione, szczególnie *A. flavus*, w glebie, w magazynach i w przechowywanych płodach rolnych oraz wykazują zdolność do wytwarzania 6 metabolitów oznaczonych literami: B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ i M₂. Aflatoksyne B₂ i G₂ oraz M₁ i M₂ stanowią na ogół mały procent sumy aflatoksyn wytwarzanych przez dany szczep grzyba [4]. W klimacie umiarkowanym aflatoksyne nie stanowią zanieczyszczenia zbóż. W arachidach i śrutach arachidowych najczęściej występuje aflatoksyna B₁. Krowy karmione paszą zawierającą aflatoksynę B₁ wydalają z mlekiem jej pochodną, aflatoksynę M₁ [4, 5]. Żywienie krów kiszunkami o wysokiej jakości i stanie higienicznym zapewnia rolnikom produkcję mleka wolnego od mikotoksyn [16]. Ze względu na istnienie tzw. efektu *carry-over* mleko może stanowić źródło mikotoksyn dla ludzi spożywających zanieczyszczone toksynami produkty. Ponadto efekt ten jest od 3,3 do 3,5 razy większy w początkowej fazie laktacji zwierząt, przy czym choroby krów mlecznych mogą go dodatkowo zwiększać [16]. Reakcja zwierząt na obecność AFB₁ w diecie jest bardzo szybka. Po 2-3 dniach od spożycia zanieczyszczonej paszy przez zwierzę, AFM₁ wykrywane jest w mleku, co staje się problematyczne w kontekście ochrony zdrowia publicznego [16, 23, 32]. Badacze wskazują na potrzebę stosowania preparatów bakterii fermentacji mlekowej o zdolności hamowania rozwoju grzybów toksynotwórczych w kiszunkach, gdyż wzrost aktywności metabolicznej tych grzybów w kiszonym materiale roślinnym niejednokrotnie prowadzi do produkcji mikotoksyn [16, 24, 34-35]. Ponadto aflatoksyne, wykazują szereg oddziaływań na organizmy żywe, w tym oddziaływanie kancerogenne na

wątrobę, mogą być przyczyną nowotworów również innych narządów, na przykład płuc. Poza oddziaływaniem rakotwórczym mogą wykazywać działanie immunosupresyjne [7] i teratogenne, a także powodować krwawienia [21, 28, 31].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań, dotyczących oceny stopnia zanieczyszczenia aflatoksyną M₁ żywności tradycyjnej, regionalnej i konwencjonalnej na przykładzie wybranych produktów mleczarskich, tj. mleka i serów.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań

Materiał do badań stanowiły konwencjonalne, regionalne i tradycyjne produkty mleczarskie: mleko i sery zakupione w sklepach z tego typu żywnością na terenie Olsztyna, które analizowano w kierunku obecności AFM₁ w 3 równoległych powtórzeniach. Badania były prowadzone przez 2 lata. W grupie produktów konwencjonalnych analizie poddano 10 próbek mleka spożywczego różnych firm, w tym mleko pasteryzowane (n=6) i mleko UHT (n=4). W grupie produktów regionalnych analizowano mleko spożywcze (n=3) zakupione w regionie Warmii i Mazur opatrzone znakiem Dziedzictwo Kulinarne Warmia Mazury Powiśle, natomiast w grupie produktów mleczarskich tradycyjnych badaniom poddano 2. sery wpisane na Listę Produktów Tradycyjnych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w 2006 i 2007 roku oraz zsiadłe mleko wpisane w 2008 roku (tabela 1).

Przygotowanie wzorca AFM₁

Z roztworu podstawowego wzorca aflatoksyny M₁ (firma Romer Labs® BCR-423) o stężeniu 0,993 µg/ml sporządzono serię roboczych roztworów wzorcowych, które posłużyły do wykreślenia krzywej wzorcowej AFM₁.

Przygotowanie próbek mleka do oznaczenia AFM₁

Etap przygotowania próbki mleka oparto o normę PN-EN ISO 14501: 2009 [22]. Odważono 10 g próbki oraz dodano 50 ml wody o temperaturze 50°C i dokładnie wymieszano. Schłodzony do temperatury 20°C roztwór przeniesiono do kolby miarowej o pojemności 100 ml i uzupełniono wodą do znaku. Po dokładnym wymieszaniu próbkę wlewano z przyspieszeniem 2000 g przez 20 minut. Do dalszej analizy pobrano 50 ml dolnej odłuszczonej warstwy próbki i przepuszczono przez kolumnkę powinowactwa immunologicznego AflaStarM₁TM firmy Romer Labs® podłączoną do systemu próżniowego, zachowując równomierną prędkość przepływu wynoszącą 2-3 ml/min. Złoże kolumnki przemyto 10 ml wody przy zachowaniu stałej objętości przepływu, a następnie osuszono. Aflatoksynę M₁ eluowano stosując 4 ml czystego acetonitrylu. Rozpuszczalnik odparowano za pomocą aparatu do zateżniania ekstraktów firmy Cobrabid z łaźnią wodną o temperaturze 30°C z jednoczesnym suszeniem w strumieniu azotu. Suchą pozostałość rozpuszczono w 75% roztworze acetonitrylu (500 µl). Tak przygotowaną próbkę poddano analizie HPLC z derywatywizacją pokolumnową. Odczynnikiem do tworzenia pochodnej był wodny roztwór I₂ o stężeniu 100 mg/l.

Przygotowanie próbek sera do oznaczenia AFM₁

Przygotowanie próbek sera w kierunku oznaczania AFM₁ było przeprowadzone w oparciu o metodykę opisaną przez Elgerbi i in. (2004) [8]. Próbkę 10 g sera pocięto na małe kawałki i mieszano przez 10 min. w blenderze z 80 ml dichlorometanu (Merck Chemicals) i 7 g ziemi okrzemkowej. Po przesączeniu, do próbki dodano 40 ml dichlorometanu i ponownie poddano sączeniu. Przesącza połączone i odparowano w wyparce obrotowej o temperaturze 40°C. Pozostałość rozpuszczono w 1 ml metanolu, 30 ml wody i 50 ml n-heksanu, po czym przeniesiono do rozdzielacza. Fazę wodną (dolną warstwę) oraz fazę organiczną (heksanową) przemyto dwukrotnie 10 ml wody, po czym zebrano fazę wodną. W kolejnym kroku zastosowano oczyszczanie ekstraktu na kolumnkach powinowactwa immunologicznego AflaStarM₁TM firmy Romer Labs®. Toksynę wyeluowano z kolumny stosując 1 ml acetonitrylu. Rozpuszczalnik odparowano za pomocą aparatu do zateżniania ekstraktów firmy Cobrabid. Pozostałość rozpuszczono w 75% roztworze acetonitrylu (500 µl). Tak przygotowaną próbę poddano analizie HPLC z derywatyzacją pokolumnową. Odczynnikiem do tworzenia pochodnej był wodny roztwór I₂ o stężeniu 100 mg/l.

Warunki analiz HPLC

Do analiz chromatograficznych zastosowano chromatograf cieczowy firmy Perlan Technologies (Waldbronn, Niemcy) – Agilent Technologies seria 1200 z detekcją fluorescencyjną oraz aparat do derywatyzacji aflatoksyn Pichering Laboratories PCX 5200 Post – Column Derivatives. Parametry rozdzielania chromatograficznego – kolumna chromatograficzna: Agilent Technologies Zorbax XDB C18 150 x 4,6 mm, 3,0 µm; faza ruchoma: acetonitryl + woda (75+25, v/v), elucja izokertyczna; detektor fluorescencyjny (FLD) przy długości fali wzbudzenia: $\lambda_{ex} = 360$ nm i długość fali emisji: $\lambda_{em} = 440$ nm; temperatura pieca kolumny: 30°C; prędkość przepływu fazy ruchomej: 0,8 ml/min; objętość dozowana na kolumnę: 100 µl.

Interpretację jakościową i ilościową otrzymanych chromatogramów przeprowadzono na podstawie porównania czasu retencji i wielkości pola powierzchni pików aflatoksyny M₁ w roztworach wzorcowych o znanym stężeniu z czasem retencji i wielkością pola powierzchni pików tego analitu w próbkach rzeczywistych.

W oparciu o wzór (1) wg normy PN-EN ISO 14501:2009 [22] obliczono stężenie aflatoksyny M₁ w produkcie:

$$w = m_a \times (V_f / V_i) \times (1 / m_i) \times f \quad (1)$$

gdzie: m_a – masa aflatoksyny M₁, która odpowiada powierzchni pików w eluacie próbki [ng],

V_f – objętość końcowa eluatu [µl],

V_i – objętość eluatu dozowana do kolumny chromatograficznej [µl],

m_i – masa próbki do badań w 50 ml próbki,

f – współczynnik rozcieńczenia próbki.

Możliwość otrzymania wyników pomiaru analitycznego proporcjonalnych do stężenia analitu w próbce badanej w określonym zakresie stężeń (liniowość) wyrażono równaniem regresji $y = 2,61x - 0,42$, dla którego współczynnik

korelacji wynosił $R^2 = 0,999$. Granicę wykrywalności (LOD) wyznaczono dla próbek ślepych ($n=5$) jako sumę wartości średniej i 6 odchyłeń standardowych ($6 \cdot s$), natomiast granicę oznaczalności (LOQ) wyliczono jako sumę wartości średniej i $10 \cdot s$. Wyniki analiz próbek mleka wyrażono w µg/L, natomiast próbek sera w µg/kg. Odzysk metody wyznaczono na podstawie analizy próbek wzbogaconych ($n=5$) w oparciu o zależność $R = C_1 / C_2 \cdot 100 [\%]$, przy czym C_1 – oznaczone stężenie analitu w badanej próbce i C_2 – rzeczywiste stężenie analitu w badanej próbce.

Metody statystyczne

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wskazując różnice pomiędzy wartościami średniej testem Tukey'a przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ (program Statistica 10.0)

WYNIKI I DISKUSJA

Badania miały na celu wskazanie ewentualnego zagrożenia aflatoksyną M₁, jakie mogłoby wynikać z użytego surowca do produkcji tego rodzaju żywności. Miały dostarczyć tym samym informacji o jakości zdrowotnej tych produktów w odniesieniu do jednego z wtórnych metabolitów grzybów toksynotwórczych, wykrywanych najczęściej w różnych grupach produktów spożywczych szeroko dostępnej żywności konwencjonalnej.

Jak przedstawia tabela 1, **wszystkie badane próbki mleka spożywczego wytworzone metodami konwencjonalnymi były zanieczyszczone AFM₁**. Procentowy odzysk metody wyniósł 90%.

Najwyższy poziom AFM₁ zanotowano dla mleka spożywczego 3,2 % UHT w 1. roku badań – 0,050 µg/l (próbka nr 9), natomiast najniższy poziom w mleku spożywczym 2% pasteryzowanym w 2. roku badań – 0,012 µg/l (próbka nr 1). Wartości średnie różniły się istotnie przy $p \leq 0,05$. Z przeprowadzonych analiz wynika, że spośród 10. przebadanych próbek mleka, pochodzących od różnych producentów, najwyższy dopuszczalny poziom (NDP) obecności tej toksyny nie był przekroczony w żadnym badanym produkcie wobec NDP ujętego w aktualnie obowiązującym rozporządzeniu [26, 27]. W analizowanych próbkach poziom AFM₁ kształtował się od 0,019 µg/l do 0,028 µg/l w 1. roku badań i od 0,012 µg/l do 0,026 µg/l w 2. roku badań dla mleka pasteryzowanego oraz od 0,019 µg/l do 0,053 µg/l w 1. roku badań i od 0,019 µg/l do 0,033 µg/l w 2. roku badań dla mleka UHT przy różnej zawartości tłuszczu w produkcie, deklarowanej przez producenta. W wyniku analiz nie stwierdzono obecności tej toksyny w badanych próbkach mleka regionalnego, jak również w żadnym z produktów mleczarskich tradycyjnych poddanych badaniom. Świadczy to o bezpieczeństwie tych wyrobów (tabela 1).

W kiszonkach do skarmiania bydła rozwój grzybów toksynotwórczych może nastąpić nawet w ostatnich dniach terminu przydatności do spożycia przez zwierzęta. Jest to możliwe w wyniku słabego ubicia masy kiszzonej, uszkodzenia folii lub nie szczelności w przykryciu silosu, bądź niewłaściwej powierzchni wybierania kiszonki wobec liczby żywionych zwierząt (błędy w oszacowaniu potrzeb) [25]. Wewnątrz silosów lub balotów może dojść do rozwoju drobnoustrojów [12], co znacznie zmniejsza wartość odżywczą paszy, skutkuje produkcją alergicznych spor i/lub toksycznych metabolitów

Tabela 1. Średnie stężenie AFM₁ [μg/l] w badanym materialeTable 1. The average concentration of AFM₁ [μg/l] in the tested material

Rodzaj żywności	Nr próbki	Rodzaj produktu	1. rok badań	2. rok badań
			AFM ₁	AFM ₁
konwencjonalna	1	Mleko spożywcze 0,5 %, pasteryzowane	0,021 ^a ±0,007	0,012 ^a ±0,001
	2	Mleko spożywcze 0,5 %, pasteryzowane	0,022 ^a ±0,001	0,025 ^b ±0,001
	3	Mleko spożywcze 2,0 %, pasteryzowane	0,028 ^b ±0,005	0,024 ^b ±0,002
	4	Mleko spożywcze 2,0 %, pasteryzowane	0,019 ^a ±0,002	0,018 ^c ±0,001
	5	Mleko spożywcze 3,2 %, pasteryzowane	0,021 ^a ±0,001	0,020 ^c ±0,005
	6	Mleko spożywcze 3,2 %, pasteryzowane	0,024 ^b ±0,008	0,026 ^b ±0,002
	7	Mleko spożywcze 0,5 %, UHT	0,028 ^b ±0,006	0,024 ^b ±0,006
	8	Mleko spożywcze 2,0 %, UHT	0,037 ^c ±0,002	0,026 ^b ±0,002
	9	Mleko spożywcze 3,2 %, UHT	0,050 ^d ±0,0022	0,033 ^d ±0,008
	10	Mleko spożywcze 3,2 %, UHT	0,019 ^a ±0,004	0,019 ^c ±0,002
regionalna	1	Mleko spożywcze 2,0 %, pasteryzowane	nd	nd
	2	Mleko spożywcze 2,0 %, pasteryzowane	nd	nd
	3	Mleko spożywcze 3,2 %, pasteryzowane	nd	nd
tradycyjna	1	Ser naturalny Salami	nd	nd
	2	Ser welski	nd	nd
	3	Zsiadłe mleko	nd	nd

nd – nie wykryto, poniżej granicy wykrywalności LOD=0,001 μg/l

a, b, c, d – średnie wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Źródło: Badania własne

Source: The own study

pewnych gatunków grzybów. Naraża to w znacznym stopniu zdrowie ludzi i zwierząt [1, 11, 25]. Jeśli dochodzi do zanieczyszczenia paszy dla zwierząt aflatoksynami powinna być ona natychmiast wycofywana, szczególnie z uwagi na to, że pobrana wraz z paszą AFB₁ przechodzi do mleka, gdzie metabolizowana jest do AFM₁ [9]. Istotny jest fakt, że mikotoksyny, w tym aflatoksyny są odporne na warunki produkcji żywności, stąd ich obecność w surowcu jest bardzo niebezpieczna dla zdrowia potencjalnych konsumentów. Z badań własnych wynika, iż prawdopodobnie zanieczyszczone było surowe mleko użyte do produkcji poddanych analizie produktów mleczarskich konwencjonalnych, ponieważ wiadomym jest, że wysokie temperatury stosowane przy produkcji mleka spożywczego i mleka UHT nie wpływają na obniżenie zawartości mikotoksyny w produkcie. Występowanie AFM₁ w mleku i produktach mleczarskich jest powszechnym problemem w Europie, a także innych krajach świata. Analiza mleka pasteryzowanego i mleka UHT w Turcji wykazała obecność AFM₁ w tych produktach (59,3 %) na poziomie od < 0,01 do 0,05 μg/l [13]. Badania Kabak i Ozbey (2012) [15] polegające na analizie 40 próbek mleka UHT w kierunku występowania AFM₁, wykazały zanieczyszczenie 20% próbek tą toksyną na poziomie od <0,004 do 0,076 μg/l. Tylko dwie próbki mleka UHT były zanieczyszczone AFM₁ na poziomie przewyższającym limit ustanowiony przez Unię Europejską, czyli 0,05 μg/l. W Portugalii, Martins i Martins (2000) [18] analizowali 31 próbek mleka surowego i 70 próbek mleka UHT na obecność AFM₁, z których 25 próbek mleka surowego zawierało AFM₁ na poziomie od 0,005 – 0,05 μg/l, natomiast 59 próbek mleka UHT było zanieczyszczone AFM₁ na poziomie od 0,005 – 0,061 μg/l.

Cano-Sancho i in. (2010) [3] wykryli AFM₁ w 94,4 % (w 68 z 72) analizowanych próbek mleka UHT, pochodzących z Hiszpanii na poziomie od < 0,005 do 0,030 μg/l. W Iranie, AFM₁ była wykryta we wszystkich analizowanych próbkach mleka UHT (n = 49), z czego 83,67 % zawierało AFM₁ na poziomie znacznie przekraczającym limit ustanowiony przez UE [19]. We Włoszech, interesujące badania przeprowadził Cavallarin i in. (2014) [2], które dotyczyły przenoszenia AFM₁ z mleka do serów dojrzewających produkowanych 3 tradycyjnymi metodami. Sery były produkowane z mleka naturalnie i sztucznie zanieczyszczonego AFM₁ na poziomie 10, 50 i 200 ng/l. Badania wykazały, iż niezależnie od metody produkcji sera, jeśli w mleku użytym do produkcji poziom AFM₁ nie przekraczał limitu ustalonego przez UE, wyprodukowany ser spełniał kryterium bezpieczeństwa przyjęte przez UE wobec AFM₁ w tego rodzaju produktach.

Analiza serów tradycyjnych w badaniach własnych nie wskazała na obecność tego metabolitu, co sugeruje, iż użyty do ich produkcji surowiec był wolny od AFM₁.

Badania dokonane w Polsce i innych krajach obrazują fakt, że pomimo dużej świadomości niebezpieczeństwa związanego ze spożyciem produktów zanieczyszczonych aflatoksynami, a także powstawaniem nowych programów wpływających na bezpieczeństwo żywności, problem występowania tych związków w różnych produktach spożywczych wciąż istnieje. Liczba kontroli próbek paszy i produktów mleczarskich powinna wzrosnąć. Powinno się też dążyć do stałego uświadamiania hodowców i osób zaangażowanych w produkcję mleczarską o szkodliwym oddziaływaniu aflatoksyny M₁ na zdrowie ludzi i zwierząt.

PODSUMOWANIE

1. Przeprowadzona analiza wybranych produktów mleczarskich w kierunku występowania AFM₁ wykazała brak zagrożenia tą toksyną w produktach regionalnych i tradycyjnych.
2. Nie wykazano przekroczenia najwyższego dopuszczalnego poziomu (NDP) aflatoksyny M₁ w produktach konwencjonalnych, przy czym wszystkie analizowane mleka były zanieczyszczone tą toksyną.
3. Konieczne jest dążenie do wyeliminowania zanieczyszczonych partii produktów mleczarskich, zaś poziom AFM₁ w żywności powinien być tak niski, jak to tylko możliwe.

LITERATURA

- [1] AMIGOT S.L., C.L. FULGUEIRA, H. BOTTAI, J.C. BASILICO. 2006. "New parameters to evaluate forage quality". *Postharvest Biol. Technol.* 41: 215-224.
- [2] CAVALLARIN L., S. ANTONIAZZI, D. GIACCONE, E. TABACCO, G. BORREANI. 2014. "Transfer of aflatoxin M₁ from milk to ripened cheese in three Italian traditional production methods". *Food Control* 38: 174 – 177.
- [3] CANO-SANCHO G., S. MARIN, A. J. RAMOS, J. PERIS-VICENTE, V. SANCHIS. 2010. "Occurrence of aflatoxin M₁ and exposure assessment in Catalonia (Spain)". *Revista Iberoamericana de Micología* 27: 130-135.
- [4] CHEŁKOWSKI J. 1985. Mikotoksyny, wytwarzające je grzyby, mikotoksyny i mikotoksykozy. SGGW, Warszawa. Wersja on-line :www.cropnet.pl/download
- [5] CHEŁKOWSKI J., K. GROMADZKA, Ł. STĘPIEŃ, L. LENC, M., F. BERTHILLER. 2012. „*Fusarium* species, zearalenone and deoxynivalenol content in preharvest wheat heads from Poland”. *World Mycotoxin Journal* 5:133 – 141.
- [6] DAHM H., K. REDLAK. 2001. Mikotoksyny w: *Drobnoustroje środowiska glebowego, aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek: 25 – 36.
- [7] DWORECKA-KASZAK B. 2008. Mikotoksyny. (w:) *Mikologia weterynaryjna*, Warszawa: Wydawnictwo SGGW: 245-283.
- [8] ELGERBI A.M., K.E. AIDOO, A.A.G. CANDLISH, R.F. TESTER. 2004. "Occurrence of aflatoxin M₁ in randomly selected in North African milk and cheese samples". *Food Addit. Contam.* 21: 592 - 597.
- [9] ELGERBI A.M., K. E. AIDOO, A.A.G. CANDLISH, A.G. WILLIAMS 2006. 'Effects of lactic acid bacteria and bifidobacteria on levels of aflatoxin M₁ in milk and phosphate bufor". *Milchwissenschaft* 61(2): 197-199.
- [10] GAJĘCKI M. 2000. 'Zearalenone – undesirable substances in feed'. *Pol. J. Vet. Sci.* 5(2): 117 – 122.
- [11] GARON D., E. RICHARD, L. SAGE, V. BOUCHART, D. POTTIER, P. LEBAILLY. 2006. 'Mycoflora and multimycotoxin detection in corn silage. Experimental study". *J. Appl. Food Chem.* 54: 3479-3484.
- [12] GRAJEWSKI J. 2006. Mikotoksyny i grzyby pleśniowe. Zagrożenia dla człowieka i zwierząt. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego.
- [13] GÜRBAY A., S. AYDIN, G. GIRGIN, A. B. ENGIN, G. ŞAHİN. 2006. "Assessment of aflatoxin M₁ levels in milk in Ankara, Turkey". *Food Control* 17: 1-4.
- [14] JABŁOŃSKA – URBANIAK T. 2012. Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w Polsce. Warszawa: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.
- [15] KABAK B., OZBEY F. 2012. 'Aflatoxin M₁ in UHT milk consumer in Turkey and first assessment of its bioaccessibility using an in vitro digestion model". *Food Control* 28: 338 – 344.
- [16] KAPITUROWSKA A.U., K.J. ZIELIŃSKA, K.M. STECKA. 2012. „Ocena jakości mleka surowego w powiązaniu z jakością kiszonych pasz objętościowych w wybranych gospodarstwach ekologicznych”. *J. Res. Appl. Agric Engng.* 57(3): 194 – 197.
- [17] LUNING P.A., W.J. MARCELIS, W.M.F. JONGEN. 2005. Zarządzanie jakością żywności. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- [18] MARTINS M. L., H. M. MARTINS. 2000. 'Aflatoxin M₁ in raw and ultra high temperature-treated milk commercialized in Portugal". *Food Addit. Contam.* 17: 871-874.
- [19] MOVASSAGH M. H. 2011. "Presence of aflatoxin M₁ in UHT milk in Tabriz (Northwest of Iran). *J. Food Safety.* 31: 238 - 241.
- [20] PATEL S., C.M. HAZEL, A.G.M. WINTERTON, E. MORTBY. 1996. "Survey of ethnic foods for mycotoxins". *Food Addit. Contam.*, 13: 833 – 841.
- [21] PIOTROWSKA M., Z. ŻAKOWSKA. 2008. 'Mikotoksyny w żywności, zagrożenia zdrowotne". (w:) *Mikrobiologia techniczna, Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności*, red. Libudziś Z., Kowal K., Żakowska Z., Warszawa: Wydawnictwo PWN: 289-303.
- [22] POLSKA NORMA PN-EN ISO 14501:2009 Mleko i mleko w proszku: oznaczanie zawartości aflatoksyny M1: oczyszczanie metodą chromatografii powinowactwa immunologicznego i oznaczanie metodą wysoko-sprawnej chromatografii cieczowej.
- [23] PRANDINIA., G. TANSINI, S. SIGOLO, L. FILIPPI, M. LAPORTA, G. PIVA. 2009. "On the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and dairy products". *Food Chem Toxicol.* 47: 984–991.
- [24] PURWIN C., Ł. ŁANIEWSKA-TROKENHEIM, I. WARMIŃSKA- RADYKO, J. TYWOŃCZUK. 2006. „Jakość kiszonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne”. *Med. Wet.* 62: 865-869.
- [25] RICHARD E., N. HEUTTE, L. SAGE, D. POTTIER, V. BOUCHART, P. LEBAILLY, D. GARON. 2007. "Toxicogenic fungi and mycotoxins in mature corn silage". *Food Chem. Toxicol.* 45: 2420–2425.

- [26] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1881/2006** z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy dla niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- [27] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 165/2010** z dnia 26 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006, ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do aflatoksyn.
- [28] **SALEEMULLAH A.I., A. K. IQTIDAR, S. HAMIDULLAH. 2006.** „Aflatoxin contents of stored and artificially inoculated cereals and nuts”. *Food Chemistry* 98: 699- 703.
- [29] **SELWET M. 2010.** „Negatywne aspekty występowania niektórych mikotoksyn w paszach”. *Wiadomości Zootechniczne, R. XLVIII* 1: 9–13.
- [30] **SEWERYN R. 2009.** Marka produktów regionalnych narzędziem promocji turystycznej obszarów wiejskich. w: Palich P. [red.] *Monografia pt. Marka wiejskiego produktu turystycznego*. Gdynia: Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 107-115.
- [31] **STĘPIEŃ M., B. SOKÓŁ- LESZCZYŃSKA, M. ŁUCZAK. 2007.** „Mykotoksyny, produkty spożywcze a zdrowie człowieka”. *Post. Mikrobiol.* 46(2): 167 - 177.
- [32] **VAN EGMOND H.P. 1989.** Aflatoxin M₁: occurrence, toxicity, regulation. *Mycotoxins in dairy products*. Elsevier Applied Science, London and New York, 11 - 55.
- [33] **WINAWER Z., H. WUJEC. 2010.** Tradycyjne i regionalne produkty wysokiej jakości we Wspólnej Polityce Rolnej. Warszawa: Przewodnik dla producentów.
- [34] **ZIELIŃSKA K., K. M. STECKA, A. SUTERSKA, A. MIECZNIKOWSKI. 2007.** „Wpływ ekologicznej technologii kiszenia runi łąkowej na hamowanie rozwoju pleśni wytwarzających mikotoksyny”. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1(55): 61 – 70.
- [35] **ZIELIŃSKA K., R. GRZYBOWSKI, K. M. STECKA, A. SUTERSKA, A. MIECZNIKOWSKI. 2008.** „Wpływ stosowania preparatu bakteryjno – mineralno – witaminowego w procesie kiszenia runi łąkowej na jakość mleka w gospodarstwach ekologicznych”. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 53(4): 153-158.

Karolina BIERNACKA

Dr inż. Monika HOFFMANN

Dr inż. Anna PIOTROWSKA

Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

ZAGROŻENIA ZDROWOTNE ZWIĄZANE ZE STOSOWANIEM SYROPU WYSOKOFUKTOZOWEGO W PRODUKCJI ŻYWNOŚCI®

Health risks associated with the high fructose corn syrup use
in food manufacturing®

Słowa kluczowe: syrop wysokofruktozowy, fruktoza, dieta, metabolizm węglowodanów.

Syrop wysokofruktozowy jest powszechnie stosowany w wielu produktach spożywczych, głównie w napojach i słodyczach, czy nawet produktach mięsnych i przetworach mlecznych, częściowo wypierając sacharozę. Pełni w nich funkcję teksturotwórczą, nadaje smak i aromat, a także przedłuża trwałość. Wyniki badań wskazują, że powszechne stosowanie syropu fruktozowego i związane z tym wysokie spożycie fruktozy zwiększa ryzyko rozwoju wielu chorób. Długoterminowe negatywne skutki mogą obejmować zmiany poziomu hormonów insuliny i leptyny, zmiany apetytu oraz metabolizmu wątrobowego, prowadząc do rozwoju insulinooporności, cukrzycy, otyłości i chorób układu sercowo-naczyniowego.

Key words: high fructose corn syrup, fructose, diet, carbohydrate metabolism.

High fructose corn syrup is commonly used in many food products, such as beverages, sweets or even meat and milk products, partially replacing sucrose. It functions as the firming factor, provides taste and aroma as well as increases shelf-life of products. According to current studies it has an influence on the development of many diet related diseases. Long-term adverse consequences of the high fructose corn syrup consumption may include changes in hormone level insulin and leptin, changes in appetite and liver metabolism, leading to the development of insulin resistance, diabetes, obesity and cardiovascular diseases.

WSTĘP

Fruktoza występuje w pokarmach pod trzema postaciami: jako wolny monosacharyd jest obecna naturalnie w owocach, miodzie a w mniejszych ilościach również w niektórych warzywach (np. marchwi); w formie dwucukru – wraz z glukozą tworzy sacharozę; występuje także pod postacią polimerów określanych łącznie mianem fruktanów [41, 62]. Od tysięcy lat dieta człowieka zawierała relatywnie małe ilości fruktozy występującej naturalnie w żywności. Adaptacja ludzi do diety z wysokim poziomem glukozy i niskim fruktozy przystosowała wątrobowy metabolizm do aktywnego metabolizowania glukozy, z ograniczoną zdolnością do metabolizowania małych ilości fruktozy. Tymczasem w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat spożycie fruktozy znacząco wzrosło. Wynika to z powszechnego stosowania syropu wysokofruktozowego niemal we wszystkich produktach spożywczych [55]. Jest on wykorzystywany nie tylko w produkcji napojów i słodczy ale również wyrobów piekarniczych, przetworów owocowo-warzywnych, mlecznych czy mięsnych [31,

51, 55]. Konsumenci często nieświadomie spożywają dodatkowe ilości cukru. Jak wykazują badania, spożycie syropu wysokofruktozowego nie jest obojętne dla zdrowia, co związane jest nie tylko z ilością energii jaką dostarczają syropy. Duża ilość fruktozy dopływającej do wątroby, głównego organu zdolnego do jej metabolizowania, zaburza prawidłowy metabolizm węglowodanów w wątrobie prowadząc do zaburzenia w metabolizmie glukozy i ścieżkach wychwytu glukozy oraz znacznie zwiększonej szybkości lipogenezy de novo i syntezy trójglicerydów, napędzanych przez silny strumień cząsteczek glicerolowych i acylowych trójglicerydów pochodzących z katabolizmu fruktozy. Te pojawiające się zaburzenia metaboliczne leżą u podstaw powstawania oporności na insulinę, hamowania wydzielania hormonów (insuliny i leptyny), dyslipidemii, nadciśnienia tętniczego oraz rozwoju nadwagi [15, 45, 51, 64].

Celem niniejszego artykułu jest przegląd danych literaturowych dotyczących zagrożeń zdrowotnych związanych ze stosowaniem syropu wysokofruktozowego w produkcji żywności.

OTRZYMYWANIE SYROPÓW WYSOKOFUKTOZOWYCH

Syropy wysokofruktozowe otrzymywane są na drodze enzymatycznej lub kwasowej hydrolizy skrobi, głównie kukurydzianej, rzadziej pszennej. W wyniku tego procesu uzyskiwany jest syrop wysokoglukozowy, zawierający swoim składzie 96-98% glukozy, który następnie poddawany jest działaniu izomerazy glukozowej przeważnie w postaci immobilizowanej. Aby przeprowadzić proces konwersji wymagane są odpowiednie warunki – środowisko alkaliczne (zawierające jony magnezowe) oraz temperatura około 60°C. Proces trwa 4 godziny. Uzyskany roztwór fruktozy poddaje się oczyszczaniu przy pomocy wymienników jonowych i węgla aktywnego, po czym zagęszcza się go przez odparowanie wody [47, 51]. Syrop wysokofruktozowy (HFS- High Fructose Syrup, HFCS- High Fructose Corn Syrup) określany jest również terminem „izoglukozą” a także syrop glukozowo-fruktozowy lub fruktozowo-glukozowy, w zależności od stosunku ilościowego obu cukrów w produkcie [51]. Istnieją trzy podstawowe rodzaje syropów wysokofruktozowych: HFCS-90 (90% fruktozy), HFCS-42 (42% fruktozy) oraz HFCS-55 (55% fruktozy). Najbardziej popularny jest HFCS-55, zajmujący czołową pozycję wśród substancji słodzących w krajach uprzemysłowionych [33, 41, 51].

KORZYŚCI TECHNOLOGICZNE STOSOWANIA SYROPU WYSOKOFUKTOZOWEGO W PRODUKCJI ŻYWNOSCI

Syropy wysokofruktozowe mają wiele zalet z powodu których są powszechnie stosowane w przemyśle spożywczym. **Stosowanie syropów wysokofruktozowych jest korzystniejsze ze względów ekonomicznych.** Fruktoza zapewnia syropowi glukozowo- fruktozowemu wysoką wydajność technologiczną, ponieważ charakteryzuje się większą siłą słodzącą niż sacharoza. W konsekwencji do uzyskania takiego samego stopnia słodkości potrzeba mniej syropu niż w przypadku zastosowania sacharozy. Syropy te cechuje niska cena, między innymi ze względu na dotacje do uprawy kukurydzy oraz cła nakładane na importowaną sacharozę. Syropy wysokofruktozowe utrzymują wilgotność zapobiegając wysychaniu produktu. Mają płynną konsystencję co ułatwia zarówno transport, jak i zastosowanie podczas procesu produkcji żywności. Ze względu na wysokie ciśnienie osmotyczne syropów kontrolowany jest rozwój mikroorganizmów. Cechuje je wysoka rozpuszczalność w stosunku do innych cukrów, łatwo je również rozcieńczyć do pożądanego stężenia. Wykazują niską lepkość. Podkreślają smak i zapach napojów owocowych i wpływają na ich trwałość. Uwydatniają naturalny kolor i aromat produktu. Uwzględniając powyższe czynniki zrozumiałym staje się szerokie zastosowanie syropów wysokofruktozowych w przemyśle spożywczym [15, 51, 64]. Wykorzystywane są w produkcji bezalkoholowych napojów gazowanych i niegazowanych, syropów, napojów alkoholowych (m.in. piwa i likierów), słodczy, lodów, przetworów owocowych (np. dżemów), wyrobów piekarniczych, potraw typu fast food, sosów i marynat (ketchup, majonez, musztarda, chrzan), płatków

śniadaniowych, przetworów mięsnych a także przetworów mleczarskich (napojów fermentowanych, serków twarogowych i deserów mlecznych, m.in. jako składnik wsadów owocowych) [15, 51, 64].

SPOŻYCIE FRUKTOZY

Przez tysiące lat ludzie spożywali fruktozę w ilości 16-20 gramów dziennie, głównie ze świeżych owoców. Westernizacja diety spowodowała znaczny wzrost spożycia fruktozy w diecie, której ilości sięgają teraz nawet 85-100 gramów na dobę [8]. Badania wykazują, że w drugiej połowie XX wieku nastąpił znaczny wzrost dostępności wolnej fruktozy w żywności, co wynika z szerokiego wykorzystywania syropów wysokofruktozowych w przemyśle spożywczym. W USA spożycie napojów, które są obecnie głównym źródłem fruktozy, wzrosło znacząco z około 2 porcji na tydzień w 1942 roku do około 2 porcji dziennie w 2000 roku [60]. Mieszkańcy Europy, USA i Australii spożywają średnio 50- 75 g fruktozy dziennie, dwukrotnie więcej niż w latach 70 XX wieku. Napoje stanowią główne źródło fruktozy w diecie, zwłaszcza wśród młodzieży, dostarczając 1/3 cukrów dodanych, spożywanych z dietą [31, 41, 55]. W USA na przestrzeni lat 1961 -2000 konsumpcja wolnej fruktozy znacznie się zwiększyła, co jest spowodowane wzrostem spożycia HFCS. Równocześnie konsumpcja sacharozy zmalała o około 50% i obecnie spożycie sacharozy i HFCS jest niemal identyczne [10]. Szacuje się, że aż 2/3 spożywanej fruktozy zawarte jest w żywności, do której została ona dodana w procesie produkcyjnym, zaś tylko 1/3 pochodzi z naturalnych źródeł [27].

W Polsce w ostatnich latach obserwuje się spadek zużycia cukru w gospodarstwach domowych równocześnie jednak wzrasta spożycie słodzonych produktów spożywczych i w efekcie bilans spożycia cukrów wykazuje niewielkie zmiany [62]. Wielkość spożycia syropów wysokofruktozowych przez populację polskich konsumentów jest trudna do oszacowania, ponieważ producenci na etykietach produktów nie zamieszczają dokładnych ilości dodanego syropu wysokofruktozowego [51].

ASPEKTY ZDROWOTNE STOSOWANIA SYROPU WYSOKOFUKTOZOWEGO

Od lat 70 XX. wieku, w przemyśle spożywczym, sacharoza stopniowo zaczęła być zastępowana przez syrop wysokofruktozowy. Stało się tak między innymi z powodu negatywnych skutków spożycia sacharozy – w tym jej wpływu na rozwój próchnicy, otyłości i cukrzycy. Wówczas fruktozę uznano za nietuczącą i bezpieczną. W przeciwieństwie do glukozy fruktoza nie pełni w organizmie żadnej funkcji fizjologicznej. Jej spożycie powoduje niewielki wzrost glikemii poposiłkowej, dlatego fruktoza charakteryzuje się niskim indeksem glikemicznym (22) znacznie niższym niż glukoza (100) czy sacharoza (58) [34, 62]. Z tego względu może być stosowana jako zamiennik sacharozy w produktach dla osób chorych na cukrzycę. Równocześnie fruktoza jest słodsza w stosunku do sacharozy i glukozy, dlatego może być stosowana w mniejszych ilościach co jest korzystne zarówno z punktu widzenia ekonomicznego jak i żywieniowego (niższa wartość energetyczna produktów) [15]. Syropy wysokofruktozowe wydawały się idealnym zamiennikiem sacharozy. Ich

powszechne stosowanie w przemyśle spożywczym przyczyniło się do znaczącego wzrostu spożycia fruktozy co nie pozostało bez wpływu na zdrowie. **Badania** Framingham Heart Study prowadzone przez 4 lata wśród 6039 zdrowych osób dorosłych **wykazały związek pomiędzy spożyciem napojów słodzonych fruktozą, a występowaniem zespołu metabolicznego**. Stwierdzono, że ryzyko jego wystąpienia rośnie już przy spożyciu jednej puszki napoju dziennie [20]. W badaniach Saad i wsp. [50] przeprowadzonych na zwierzętach wykazano, że spożywanie diety wysokofruktozowej przez samice w okresie ciąży zwiększa u potomstwa ryzyko rozwoju nadciśnienia, insulinooporności i otyłości. Wpływ ten był silniejszy w przypadku potomstwa płci żeńskiej. Na podstawie uzyskanych wyników autorzy wysuwają wniosek, że **wysoki poziom fruktozy w diecie kobiet ciężarnych może zwiększać u dzieci ryzyko rozwoju szeregu chorób, w tym chorób układu krążenia**.

Okazjonalne spożywanie produktów zawierających syrop wysokofruktozowy nie stanowi zagrożenia dla zdrowia. Wiele dostępnych w literaturze naukowej badań wskazuje, że niekorzystne efekty metaboliczne występują na ogół przy większych zawartościach fruktozy w diecie. Jednak w świetle danych o spożyciu fruktozy w krajach zachodnich może to dotyczyć znacznej części populacji [62].

SYROP WYSOKOFUKTOZOWY A WYDZIELANIE HORMONÓW – INSULINY I LEPTYNY

Insulina i leptyna należą do długoterminowych regulatorów pobierania pokarmu i homeostazy energetycznej organizmu. Wzrost stężenia glukozy we krwi pobudza trzustkę do wydzielania insuliny, która wpływa na regulację głodu i sytości. Wzrost stężenia insuliny w ośrodkowym układzie nerwowym bezpośrednio hamuje spożycie żywności [52]. Ponadto, insulina może modyfikować spożycie pokarmu poprzez wpływ na wydzielanie leptyny, głównie przez zmiany indukowane za pośrednictwem insuliny w metabolizmie glukozy w komórkach tłuszczowych. Insulina zwiększa uwalnianie leptyny, która hamuje spożycie pokarmu [23, 24, 29]. Fruktoza nie stymuluje wydzielania insuliny i leptyny, hormonów odgrywających kluczową rolę w regulacji pobierania pokarmu. Powszechne stosowanie syropów wysokofruktozowych w produkcji żywności przyczynia się do wzrostu udziału fruktozy w diecie, w konsekwencji może powodować niski poziom wydzielania insuliny, mniejsze uwalnianie leptyny, zmniejszenie efektu hamowania przyjmowania pokarmu i zaburzenia regulacji homeostazy energetycznej. Ograniczone tłumienie apetytu, w połączeniu z faktem, że fruktoza jest preferowana przez wątrobę do przemiany w tłuszcz, może w konsekwencji prowadzić do nadmiernego przyrostu masy ciała, hiperinsulinemii i związanej z tym insulinooporności [22, 41]. **Zarówno spożycie tłuszczów jak i fruktozy zazwyczaj skutkuje niskimi stężeniami leptyny, co z kolei prowadzi do objadania się**. Hormon adipocytów-adiponektyna, również odgrywa ważną rolę w homeostazie lipidów i działaniu insuliny [44].

Teff i wsp. [56] przeprowadzili badania w grupie 12 kobiet w wieku 19-33 lat. porównując wpływ spożycia napojów wysokoglukozowych i wysokofruktozowych, w ilości

pokrywającej 30% dziennego zapotrzebowania energetycznego, na poziom leptyny i greliny. Stwierdzili, że spożycie napojów wysokofruktozowych w mniejszym stopniu stymuluje produkcję leptyny. Niższe stężenie krążącej leptyny było zauważalne również po dłuższym czasie. Ponadto spożycie napojów wysokofruktozowych w mniejszym stopniu obniżało stężenie greliny, co wskazuje że nie zaspokajało głodu w takim samym stopniu jak napoje wysokoglukozowe. W grupie osób spożywających napoje wysokofruktozowe stwierdzono również wzrost poziomu trójglicerydów. Przeprowadzono także badania w których mężczyznom podawano dożylnie insulinę, glukozę lub fruktozę a następnie oceniano poziom leptyny w surowicy. Stwierdzono, że insulina poprzez stymulację genu leptyny, pobudza jej wydzielanie. Dożylna podaż glukozy również pobudzała wydzielanie powyższego hormonu. Natomiast ani dożylnie, ani doustnie podanie fruktozy nie pobudzało wydzielania leptyny [49]. Leptyna przekazuje do mózgu sygnał dotyczący poziomu sytości, a wraz ze wzrostem uwolnionej leptyny, mózg coraz szybciej hamuje łaknienie. Dzieci z genetycznie wrodzonym niedoborem leptyny, po jej podaniu, ograniczały ilość spożywanego pożywienia, co wpływało na zmniejszenie poziomu tkanki tłuszczowej w organizmie [23]. W badaniu przeprowadzonym przez Teffa i wsp. [57] wśród osób otyłych obojga płci stwierdzono, że spożywanie napojów słodzonych fruktozą (w ilości pokrywającej 30% dziennego zapotrzebowania energetycznego) wpływało na niższą insulinemii poposiłkową, niższy dobowy poziom leptyny we krwi, a także wyższe poziomy trójglicerydów i greliny w osoczu w porównaniu do napoju słodzonego glukozą, spożywanego w tej samej ilości.

Anderson i wsp. [3] określili związek pomiędzy ilością przyjmowanego pokarmu i poziomem glukozy we krwi, porównując glukozę z mieszkanką glukozy i fruktozy. Przy podawaniu badanym glukozy, która ma wysoki indeks glikemiczny zaobserwowano spożycie mniejszej ilości energii z pożywieniem, niż w przypadku posiłku zawierającego mieszkankę glukozy i fruktozy (mających wspólnie niższy indeks glikemiczny). Stwierdzono związek pomiędzy indeksem glikemicznym a apetytem, co skutkowało zwiększonym spożyciem posiłków zawierających fruktozę.

SYROP WYSOKOFUKTOZOWY A MASA CIAŁA

Bocarsly i wsp. [9] przeprowadzili sześciomiesięczne badanie na szczurach pojonych 8% roztworem HFCS55 oraz 10% roztworem sacharozy. Okazało się, że przyrost masy ciała szczurów z pierwszej grupy był średnio o 5% większy. W innych badaniach karmienie szczurów roztworami 32% glukozy, fruktozy lub roztworami sacharozy spowodowało zwiększenie przybierania masy ciała i ilości spożywanej energii w porównaniu do grupy kontrolnej. Szczury spożywające roztwory fruktozy i sacharozy miały również zmniejszoną zdolność tolerancji glukozy. Dodatkowo zwierzęta spożywające fruktozę miały wyższy poziom trójglicerydów w osoczu co w połączeniu ze zmianami w sygnalizacji insuliny i regulacji leptyny, może pojawić się jako przyrost masy ciała i nieregulowane spożycie energii [10]. Badanie prowadzone przez 12 miesięcy na małpach, które miały zapewniony codzienny dostęp do glukozy i fruktozy ad libitum,

wykazało, że zwierzęta spożywające roztwór fruktozy charakteryzował większy przyrost masy ciała oraz mniejszy wydatek energetyczny organizmu [53].

Niewiele jest badań oceniających wpływ diety wysoko fruktozowej na wzrost masy ciała u ludzi. W jednym z nich wykazano, że spożywanie przez 3 tygodnie napoju słodzonego HFCS zwiększa całkowity dzienny pobór energii w porównaniu ze spożywaniem napoju słodzonego aspartamem, co wpływa na wzrost masy ciała [58].

Szczególnie zagrożenie może stanowić spożywanie syropu wysokofruktozowego zawartego w napojach. Jak wykazują badania nadmiar energii pochodzącej z napojów nie jest kompensowany zmniejszeniem jej pobierania z innych źródeł [16]. Badania przeprowadzone przez DiMeglio i Mattes [21] potwierdzają związek pomiędzy spożyciem słodzonych napojów, a wzmożonym apetytem na inne produkty co prowadzi do zwiększonego dziennego poboru energii z pożywieniem. W omawianym badaniu 15 zdrowych mężczyzn i kobiet otrzymujących przez 4 tygodnie słodzone napoje dostarczające 450 kcal/d, zyskało znacznie więcej na wadze, niż gdy tą samą ilość energii podano im w formie stałego pożywienia, tj. żelków. Wykazano, że gdy ludzie spożywają pokarmy płynne, kompensacja dostarczonych kalorii jest mniej precyzyjna, niż wtedy gdy źródłem energii są pokarmy stałe.

SYROP WYSOKOFUKTOZOWY A INSULINOOPORNOŚĆ

Wysokie spożycie fruktozy sprzyja powstawaniu insulinooporności. W warunkach przyrostu masy ciała, spowodowanego nie pobudzaniem przez fruktozę wydzielania insuliny i leptyny, dochodzi do dodatniego bilansu energetycznego. Następstwem tego jest podwyższone stężenie wolnych kwasów tłuszczowych. To z kolei może prowadzić do zmniejszenia wrażliwości na insulinę [5]. Poprzez zwiększoną ilość wolnych kwasów tłuszczowych w obrębie żyły wrotnej dochodzi do pobudzania wątrobowej syntezy glukozy, wzrostu stężenia glukozy we krwi, nasilonego wydzielanie insuliny, a w dłuższym okresie uszkodzenia komórek beta trzustki, wydzielających insulinę [7, 16].

Inna teoria wyjaśnia jak **przewlekłe spożywanie fruktozy może prowadzić do cukrzycy typu 2**. Przedstawia hipotezę heksozoaminy, gdzie dopływ heksozoaminy jest uważany za odpowiedzialny w regulacji glukozy i ścieżek wrażliwych na sytość. Z nadekspresją glutaminy: amidotransferazy fruktozo-6-fosforanu, kluczowego enzymu regulującego syntezę heksozoaminy, wątroba wytwarza nadmiar kwasów tłuszczowych, mięśnie szkieletowe stają się odporne na insulinę i w rezultacie dochodzi do hiperinsulinemii. Prowadzi to do długotrwałego magazynowania energii, a ostatecznie otyłości i cukrzycy typu 2 [43].

Fruktoza wywołuje insulinooporność w wątrobie, objawiającą się upośledzeniem hamowania przez insulinę glukoneogenezy (Dirlewanger, Schneider i wsp., 2000). Istotną rolę w tym zjawisku odgrywa aktywacja kinazy JNK, która zaburza przekaz sygnału z receptora insulinowego w hepatocycie, poprzez upośledzenie, indukowanej insuliny, fosforylacji reszt tyrozynowych substratów tego receptora [64].

Fruktoza zmniejsza również produkcję hormonu wytwarzanego w tkance tłuszczowej – adiponektyny. Wiąże się to

z występowaniem (niezależnie od ilości tkanki tłuszczowej) insulinooporności [61].

Mimo, że fruktoza nie powoduje poposiłkowego wydzielania insuliny, długotrwałe spożywanie diety bogatofruktozowej jest związane z podwyższonym poziomem insuliny poposiłkowej, co jest skutkiem insulinooporności obwodowej, wykształconej z powodu nadmiaru produkcji i akumulacji lipidów [45]. Litherland i wsp. [38] przeprowadzili 4-tygodniowe badanie na szczurach, karmiąc je dietą zawierającą 35% fruktozy i stwierdzili wystąpienie insulinooporności. Również badania przeprowadzone przez Lin i wsp. [37] na Tajwanie w grupie młodzieży ($n = 1454$) w wieku 12-16 lat wykazały związek pomiędzy spożyciem słodzonych napojów będących źródłem fruktozy a ryzykiem rozwoju insulinooporności, zwłaszcza w grupie osób otyłych. Autorzy podkreślają, że jest to bardzo niebezpieczne ponieważ sprzyja rozwojowi miażdżycy i zwiększa ryzyko wystąpienia cukrzycy oraz chorób sercowo-naczyniowych już we wczesnych etapach życia. Insulinooporność jest często związana ze stężeniem krążącego C-peptydu. Przeprowadzono przekrojowe badania w celu oceny diety bogatofruktozowej, ładunku glikemicznego i związanego z tym stężenia peptydu C. Stwierdzono, że diety z najwyższą ilością fruktozy miały o 13,9% wyższe stężenia peptydu C niż diety z najmniejszą jej ilością. Warto zauważyć, że pacjenci z wysokim spożyciem błonnika zbożowego mieli o 15,6% niższe stężenia peptydu C [63].

U szczurów karmionych 66% roztworem fruktozy przez 2 tygodnie insuliny receptor mRNA i liczba odpowiednich receptorów insuliny w mięśniach szkieletowych i wątrobie była znacznie zmniejszona w porównaniu do szczurów karmionych standardową karmą. Ponadto wzrosło ciśnienie krwi i poziom triglicerydów u szczurów karmionych fruktozą, mimo braku wzrostu masy ciała [14]. W innym badaniu, stwierdzono, że po 28 dniach karmienia szczurów fruktozą nie było zmian w stężeniu receptora insuliny, ale autofosforylacja stymulowana insuliną (mechanizm niezbędny do działania insuliny) została zmniejszona do 72% w wątrobie. Poziom białek receptora insuliny (IRS) był podobny, ale stwierdzono znaczące zmniejszenie fosforylacji IRS indukowanej insuliną zarówno w wątrobie jak i w mięśniach szczurów karmionych fruktozą [59].

SYROP WYSOKOFUKTOZOWY A GOSPODARKA LIPIDOWA

Po spożyciu posiłków zawierających fruktozę obserwuje się wzrost stężenia triglicerydów we krwi. Jest on wprost proporcjonalny do ilości fruktozy w diecie. Wpływ spożycia fruktozy na gospodarkę lipidową można głównie tłumaczyć jej pobudzającym działaniem na syntezę triglicerydów w wątrobie, a także częściowo spowolnieniem eliminacji triglicerydów w wyniku zmniejszenia aktywności lipazy lipoproteinowej [41, 48]. Badania przeprowadzone przez Chong i wsp. [18] wykazały zmniejszenie aktywności enzymu lipazy lipoproteinowej po spożyciu posiłku obfitego we fruktozę, czego następstwem był wzrost lipemii.

Fruktoza pobudza szlaki metaboliczne prowadzące do nasilenia syntezy kwasów tłuszczowych. W przypadku glukozy proces glikolizy jest kontrolowany przez fruktofosfokinazę. Enzym ten jest aktywowany przez AMP oraz

fruktozo-2,6- bis fosforan w sytuacji gdy występuje zapotrzebowanie organizmu na energię lub składniki budulcowe, hamowany zaś przez wysokie stężenia ATP i cytrynianu. Fruktaza omija kontrolny etap szlaku glikolitycznego i jest dość szybko przekształcana w związki będące prekursorami kwasów tłuszczowych takie jak aldehyd glicerynowy, aldehyd 3-fosfoglicerynowy, pirogronian i acetylo-CoA. Z acetylo-CoA powstaje malonylo-CoA, początkowy produkt lipogenezy, który hamuje β -oksydację kwasów tłuszczowych i nasila lipogenezę wątrobową. Lipogeneza nasiloną jest także w adipocytach. Wchłonięta wraz z fruktozą glukoza pobudza wydzielanie insuliny, co wzmacnia powyższe procesy. Zjawiska te powodują wzrost stężenia triglicerydów i cholesterolu VLDL w surowicy, a także stłuszczenie wątroby [6, 36, 51].

Badania przeprowadzone przez Angelopoulos i wsp. [4] potwierdziły, że duże ilości spożywanej fruktozy mogą wpływać na wzrost poposiłkowego stężenia triglicerydów. Przykładowo, gdy mężczyźni spożywali dietę zawierającą 17% fruktozy doszło do znacznego wzrostu (32%) stężenia triacylogliceroli w osoczu.

W 2008 roku Livesey i Taylor opublikowali metaanalizę oceniającą wpływ spożycia fruktozy na poziom glukozy we krwi i stężenie triglicerydów. Okazało się, że wpływ na poposiłkowy wzrost triglicerydów w osoczu nie występował przy spożyciu fruktozy poniżej 50 g/ dzień [39].

Dane określające wpływ fruktozy na stężenie cholesterolu nie są jednoznaczne. Część prac podaje, że wraz z podażą fruktozy wynoszącą około 20% całej energii z diety wzrasta poziom cholesterolu całkowitego i LDL [19]. Zbadano nawet, iż wzrost spożycia fruktozy o 2% powoduje wzrost stężenia cholesterolu LDL o 1% [30]. Inne prace jednak nie potwierdzają takiego wpływu [22].

Istnieje coraz więcej dowodów, że insulinooporność spowodowana spożyciem fruktozy jest również związana ze stymulowaną w wątrobie sekrecją VLDL. Na kilku modelach zwierzęcych badano mechanizm indukcji VLDL, a następnie obserwowano wzrost trójglicerydów w osoczu [48]. Okazuje się, że nadmiar wydzielania VLDL dostarcza zwiększone ilości kwasów tłuszczowych i trójglicerydów do mięśni i innych tkanek rozszerzając indukowaną insulinooporność [65].

Zwiększenie wydzielania VLDL może doprowadzić do reakcji łańcuchowej innych lipoprotein i lipidów, takich jak lipoproteiny o niskiej gęstości (LDL). W badaniach porównano dietę z 20% zawartością fruktozy do diety skrobiowej z zawartością fruktozy poniżej 3%. **Dieta z 20% zawartością fruktozy inicjowała szybki wzrost cholesterolu całkowitego i LDL w surowicy odpowiednio o 9 i 11% [54].**

Innym czynnikiem przyczyniającym się do nadprodukcji VLDL jest wpływ fruktozy na peroksydację lipidów. Dieta wysokofruktozowa może skutkować hipertriglicerydemią i mieć działanie prooksydacyjne. Szczury karmione fruktozą wykazywały mniejszą ochronę przed peroksydacją lipidów [12].

Badanie przeprowadzone na szczurach przez Maślak i wsp. [42] wykazało, że stosowanie diety bogatofruktozowej powoduje istotny statystycznie wzrost masy wątroby, przy jednoczesnym braku wzrostu ich masy ciała. Stłuszczenie wątroby manifestujące się nadmiarem skumulowanego tłuszczu

w hepatocytach i zwiększoną ilością triacylogliceroli w surowicy może być przyczyną hepatomegalii. Także Ackerman i wsp. [1] odnotowali tendencję wzrostową masy wątroby szczurów wskutek spożycia diety wysokofruktozowej. Ponadto zauważyli w surowicy krwi nieistotny wzrost poziomu aminotransferazy alaninowej (ALT), która należy do grupy enzymów wskazujących na uszkodzenie hepatocytów, związane np. ze stłuszczeniem wątroby. Wysoki poziom ALT może wskazywać na niealkoholowe stłuszczenie wątroby.

Badania przeprowadzone przez Girarda i wsp. [28] wykazały, że spożycie diety wysokofruktozowej przez szczury, poprzez wpływ na wzrastającą insulinooporność, hipertriglicerydemię i otyłość, indukują stres oksydacyjny. Przyczyną takiego stanu może być niski poziom witaminy E w osoczu, co wpływa na spadek obrony organizmu przed wolnymi rodnikami. Busserolles i wsp. [12] w swoich badaniach wykazali także trzy razy wyższy poziom wolnych rodników wśród szczurów karmionych dietą bogatofruktozową niż w grupie kontrolnej.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że hiperlipidemiczny i prooksydacyjny efekt spożywania diety wysokofruktozowej można redukować poprzez spożycie oligofruktozy. Oligofruktoza podawana szczurom karmionym dietą fruktozową zapobiegała wzrostowi poziomu trójglicerydów spowodowanemu spożywaniem fruktozy i obniżała ich wątrobową kumulację. Peroksydacyjny efekt działania fruktozy został również obniżony przez oligofruktozę co wskazuje na jej działanie ochronne [13].

Wykazano, że **identyczna ilość skrobi powoduje wzrost stężenia triglicerydów w około 60% mniejszym stopniu niż fruktoza**. Ponadto, efekt ten nasila się przy jednoczesnym stosowaniu diety bogatotłuszczowej [26]. Co więcej, u osób z insulinoopornością wpływ fruktozy na stężenie triglicerydów jest jeszcze wyższy. Badania na modelach zwierzęcych z insulinoopornością, na przykład na otyłych szczurach rasy Wistar, wykazały wpływ węglowodanów w diecie na produkcję trójglicerydów. Karmienie szczurów fruktożą spowodowało 56% wzrost szybkości wydzielania trójglicerydów oraz wzrost ich poziomu w osoczu o 86%. Karmienie glukożą nie wywarło wpływu na produkcję trójglicerydów. Glukoza stymuluje produkcję zarówno trójglicerydów i usuwanie TG, co wpływa na utrzymanie homeostazy. Fruktaza pobudza produkcję TG, ale utrudnia ich usuwanie, co wpływa na powstawanie dyslipidemii [32].

W badaniu przeprowadzonym przez Aeberli i wsp. [2] czynniki żywieniowe- szczególnie fruktoza zostały zbadane w odniesieniu do wskaźnika masy ciała, stosunku obwodu talii do bioder, profilu lipidowego osocza i wielkości cząsteczek LDL. Badanie było prowadzone w grupie 74 szwajcarskich uczniów w wieku 6- 14 lat. Stwierdzono, że poziom trójglicerydów w osoczu był wyższy, stężenie cholesterolu HDL było niższe, a rozmiar lipoprotein LDL był mniejszy u dzieci z nadwagą w porównaniu do dzieci z prawidłową masą ciała. Dzieci z nadwagą miały mniejsze cząsteczki cholesterolu LDL, a nawet po kontroli otyłości, spożyta z dietą fruktoza była jedynym żywieniowym czynnikiem wpływającym na ich wielkość. Wolna fruktoza (a nie ta zawarta w sacharozie) jest powiązana z wielkością cząsteczek LDL. Badania przeprowadzane na gryzoniach, psach i małpach ukazują, że wysokie zawartości fruktozy w diecie wpływają na

hiperlipidemię [29]. Aeberli i wsp [2] wysuwa hipotezę, że **wyższe spożycie fruktozy przez dzieci może zwiększać ryzyko rozwoju chorób układu krążenia w późniejszym wieku**, poprzez zmniejszenie wielkości cząsteczek LDL.

SYROP WYSOKOFUKTOZOWY A NADCIŚNIENIE

Efektem ubocznym zachodzącej w wątrobie fosforylacji fruktozy w pozycji 1 przez fruktokinazę jest gromadzenie AMP, który następnie katabolizowany jest do kwasu moczowego. Hiperurykemia zmniejsza zaś śróbłonkową syntezę tlenu azotu, prowadząc do zmniejszenia jego ilości, co wpływa na wzrost ciśnienia tętniczego krwi [40]. Badania prowadzone na modelach zwierzęcych dowodzą, że **dieta bogato-fruktozowa powoduje wzrost ciśnienia tętniczego krwi**. Może być to spowodowane zwiększoną syntezą kwasu moczowego, hiperinsulinemią, upośledzeniem relaksacji naczyń krwionośnych oraz zwiększeniem w tkance tłuszczowej ekspresji receptora angiotensyny II [14]. Wpływ hiperinsulinemii i insulinooporności na nadciśnienie można tłumaczyć faktem, że zwiększone wydzielanie insuliny wpływa na wzrost napięcia układu adrenergicznego i wzmoczone wydzielanie katecholamin. Można to także tłumaczyć wzrostem reabsorpcji płynów w świetle kanalików peroksymalnych kłębuszków nerkowych spowodowanym działaniem insuliny [26].

Ferder i wsp. [25] przeprowadzili badanie na szczurach, pojąc je przez 3 miesiące komercyjnym słodzonym napojem zawierającym 10% fruktozy. Stwierdzono, że szczury poza tendencją do zaburzeń lipidowych, wykazywały również 9% wzrost skurczowego ciśnienia tętniczego, w stosunku do szczurów pojoynych wodą. Wpływ fruktozy na wzrost ciśnienia tętniczego autorzy tłumaczą zwiększoną syntezą kwasu moczowego, będącego inhibitorem tlenu azotu, który ma działanie relaksujące w stosunku do naczyń krwionośnych.

Badania przeprowadzone przez Kretowicza i wsp. [35] wykazały, że ilość spożywanej fruktozy może istotnie wpływać na regulację ciśnienia tętniczego oraz skuteczność terapii u osób chorych, będących nawet w 4 stadium przewlekłej choroby nerek. W ocenianej grupie chorych badacze zauważyli dodatnią korelację liniową pomiędzy spożyciem fruktozy, a stężeniem kwasu moczowego. Długotrwałe i nadmierne spożycie fruktozy skutkowało wzmoczoną produkcją kwasu moczowego, który pełni istotną rolę w patogenezie nadciśnienia tętniczego, a także może wpływać na wzrost ciśnienia poprzez stymulowanie wzrostu absorpcji sodu w przewodzie pokarmowym [40] Okazuje się, że **spożycie już jednej puszki napoju typu soft drinks dziennie zaburza homeostazę organizmu i wpływa na wzrost ciśnienia tętniczego krwi**. Stwierdzono, również że zależność ta jest większa u osób spożywających większe ilości soli [11].

Badanie PREMIER przeprowadzone wśród 810 dorosłych osób potwierdza związek spożycia napojów słodzonych syropem wysokofruktozowym ze wzrostem nadciśnienia. Dowiedzono, że zmniejszenie spożycia napojów słodzonych HFCS istotnie statystycznie wpływa na obniżenie ciśnienia tętniczego krwi [17]. Również badanie przeprowadzone przez Nguyen i wsp. [46] w grupie 4867 Amerykanów w wieku 12-18 lat, również potwierdza wpływ zwiększonego stężenia kwasu moczowego spowodowanego spożyciem napojów słodzonych HFCS na rozwój nadciśnienia.

PODSUMOWANIE

Znaczący wzrost konsumpcji fruktozy, wynikający z szerokiego wykorzystania syropów wysokofruktozowych w produkcji żywności może być ważnym czynnikiem zwiększającym ryzyko rozwoju przewlekłych chorób niezakaźnych. Analiza danych literaturowych wskazuje, że **nadmierne spożycie fruktozy zaburza wydzielanie hormonów insuliny i leptyny, zakłóca kontrolę apetytu, zaburza metabolizm wątrobowy, prowadząc do rozwoju insulinooporności, cukrzycy, otyłości i chorób układu sercowo-naczyniowego**.

Biorąc pod uwagę fakt, że typowa dieta zachodnia zawiera nie tylko wysokie poziomy fruktozy, ale także jest bogata w tłuszcz i cholesterol, łatwo mogą wystąpić synergiczne oddziaływania między tymi składnikami, co w jeszcze większym stopniu zwiększa ryzyko rozwoju wymienionych schorzeń.

Pojawiające się wciąż nowe dowody naukowe wyraźnie sugerują, że wysokie spożycie fruktozy szybko staje się ważnym czynnikiem przyczyniającym się do rozwoju zespołu metabolicznego. Istnieje pilna potrzeba zwiększenia publicznej świadomości zagrożeń związanych z wysokim spożyciem fruktozy i większych starań w celu ograniczenia dodatku syropu wysokofruktozowego do żywności.

LITERATURA

- [1] ACKERMAN Z., M. ORON-HERMAN, M. GROZOVSKI et al. 2005. "Fructose-Induced Fatty Liver Disease. Hepatic Effects of Blood Pressure and Plasma Triglyceride Reduction". *Hypertension* 45: 1012- 1018.
- [2] AEERLI I., M.B. ZIMMERMANN, L. MOLINARI et al. 2007. "Fructose intake is a predictor of LDL particle size in overweight schoolchildren". *American Journal of Clinical Nutrition* 86: 1174 – 1178.
- [3] ANDERSON G. H., N. L. CATHERINE., D. M. WOODEND, T. M. WOLEVER. 2002. "Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men". *American Journal of Clinical Nutrition* 76: 1023-1030.
- [4] ANGELOPOULOS T. J., J. LOWNDER, L. ZUKLEY, K. J. MELANSON, V. NGUYEN, A. HUFFMAN, J. M. RIPPLE. 2009. "The effect of high-fructose corn syrup consumption on triglycerides and uric acid". *Journal of Nutrition*, 139: 1242–1245.
- [5] ARNER P. 2001. "Free fatty acids- do they play a central role in type 2 diabetes?" *Diabetes, Obesity and Metabolism* 3 (Suppl): 11-19.
- [6] BANTLE J. P., S. K. RAATZ, W. THOMAS, A. GEORGOPOULOS. 2000. "Effects of dietary fructose on plasma lipids in healthy subjects". *American Journal of Clinical Nutrition* 72: 1128–1134.
- [7] BERGMAN R.N., M. ADER. 2000. "Free fatty acids and pathogenesis of type 2 diabetes". *Trends in Endocrinology & Metabolism* 11: 351-356.
- [8] BIZEAU M.E., M. J. PAGLIASOTTI. 2005. „Hepatic adaptations to sucrose and fructose". *Metabolism Clinical and Experimental* 54: 1189-1201.

- [9] **BOCARSLY M., E. POWELL, N. AVENA, B. G. HOEBEL. 2010.** "High fructose corn syrup causes characteristic of obesity in rats: Increased body weight, body fat and triglyceride levels". *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 97, 101-106.
- [10] **BRAY G. A., S. J. NIELSEN, B. M. POPKIN. 2004.** „Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity”. *American Journal of Clinical Nutrition* 79: 537-543.
- [11] **BROWN I. J., J. STAMLER, L. A. HORN et al. 2011.** „Sugar-Sweetened Beverage, Sugar Intake of Individuals, and Their Blood Pressure. International Study of Macro/Micronutrients and Blood Pressure”. *Hypertension* 57: 695-701.
- [12] **BUSSEROLLES J., E. GUEUX, E. ROCK, A. MAZUR, Y. RAYSSIGUIER. 2002.** „Substituting honey for refined carbohydrates protects rats from hypertriglyceridemic and prooxidative effects of fructose”. *Journal of Nutrition* 132, 11: 3379-3382.
- [13] **BUSSEROLLES J., E. GUEUX, E. ROCK, C. DEMIGNE, A. MAZUR, Y. RAYSSIGUIER. 2003.** „Oligofructose protects against the hypertriglyceridemic and pro-oxidative effects of a high fructose diet in rats”. *Journal of Nutrition* 133: 1903-1908.
- [14] **CATENA C., G. GIACCHETTI, M. NOVELLO et al. 2003.** „Cellular mechanisms of insulin resistance in rats with fructose-induced hypertension”. *American Journal of Hypertension* 16: 973-978.
- [15] **CICHOSZ G., A. AMBROZIAK, M. KOWALSKA, M. ALJEWICZ. 2011.** „Syrup glukozowo-fruktozowy – zagrożenia zdrowotne”. *Przegląd Mleczarski* 10: 20-24.
- [16] **CIOK J., T. TALIKOWSKI, I. WYROBEK. 2004.** „Fruktoza jako czynnik ryzyka przewlekłych chorób metabolicznych”. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 31, 1: 88 – 95.
- [17] **CHEN L., B. CABALERRO, D. C. MITCHELL et al. 2010.** „Reducing Consumption of Sugar-Sweetened Beverages is Associated With Reduced Blood Pressure. A Prospective Study Among United States Adults”. *Circulation* 121: 2398-2406.
- [18] **CHONG M. F., B. A. FIELDING, K. N. FRAYN. 2007.** „Mechanisms for the acute effect of fructose on postprandial lipemia”. *American Journal of Clinical Nutrition* 85 (6), 1511-1520.
- [19] **COULSTON A.M., R.K. JOHNSON. 2002.** „Sugar and sugars: myths and realities”. *Journal of the American Dietetic Association* 102: 351-353.
- [20] **DHINGRA R., L. SULLIVAN, P. F. JACQUES et al. 2007.** “Soft Drink consumption and Risk of Developing Cardiometabolic Risk Factors and the Metabolic Syndrome in Middle-Aged Adults in the Community”. *Circulation* 116: 480-488.
- [21] **DIMEGLIO D. P., R. D. MATTES. 2000.** “Liquid versus solid carbohydrates: effects on food intake and body weight”. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 24, 6: 794-800.
- [22] **ELLIOT S. S., N. L. KEIM, J. S. STERN et al. 2002.** „Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome”. *American Journal of Clinical Nutrition* 76: 911-922.
- [23] **FAROOQI I. S., J. M. KEOGH, S. KAMATH et al. 2001.** “Partial leptin deficiency and human adiposity”. *Nature* 414: 34–35.
- [24] **FAROOQI I.S., G. MATARESE, G. M. LORD et al. 2002.** “Beneficial effects of leptin on obesity, T cell hyporesponsiveness, and neuroendocrine/metabolic dysfunction of human congenital leptin deficiency”. *Journal of Clinical Investigation* 110: 1093–1103.
- [25] **FERDER L., M. D. FERDER, F. INSERRA. 2010.** “The role of highfructose corn syrup in metabolic syndrome and hypertension”. *Current Hypertension Reports* 12: 105-112.
- [26] **FRIED S. K., S. P. RAO. 2003.** “Sugars, hypertriglyceridemia, and cardiovascular disease”. *American Journal of Clinical Nutrition* 78: 873-880.
- [27] **GABY A. R. 2005.** “Adverse effects of dietary fructose”. *Alternative Medicine Review - A Journal of Clinical Therapeutic* 10, 4: 294-306.
- [28] **GIRARD A., S. MADANI, F. BOUKORTT, M. CHERKAOUI-MALKI, J. BELLEVILLE, J. PROST. 2006.** “Fructose-enriched diet modifies antioxidant status and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats”. *Nutrition* 22: 7-8: 758-766.
- [29] **HAVEL P. J. 2005.** “Dietary fructose: implications for dysregulation of energy homeostasis and lipid/carbohydrate metabolism”. *Nutrition Reviews* 63: 133–157.
- [30] **JEQUIER E., L. TAPPY. 1999.** “Regulation of body weight in humans”. *Physiological Reviews* 79: 451-480.
- [31] **JOHNSON R., L. APPEL, M. BRANDS, B. HOWARD et al. 2009.** “Dietary sugars intake and cardiovascular health: A scientific statement from the American Heart Association”. *Circulation* 120: 1011-1020.
- [32] **KAZUMI T., H. ODAKA, T. HOZUMI, Y. ISHIDA et al. 1997.** “Effects of dietary fructose or glucose on triglyceride production and lipogenic enzyme activities in the liver of Wistar fatty rats, an animal model of NIDDM”. *Endocrine Journal* 44: 239-245.
- [33] **KELISHADI R., M. MANSOURIAN, M. HEIDARI-BENI. 2014.** “Association of fructose consumption and components of metabolic syndrome in human studies: A systematic review and meta-analysis”. *Nutrition* 30: 503-510.
- [34] **KOSZKOWSKA A., A. DITTFELD, J. NOWAK i wsp. 2014.** „Cukier - czy warto go zastąpić substancjami słodzącymi?” *Borgis- Nowa Medycyna* 1: 36-41.
- [35] **KRETOWICZ M., G. GOSZKA, A. BYMORA, M. FLISIŃSKI, G. ODRWAŻ-SYPNIEWSKA, J. MANITIUS. 2011.** „Czy istnieje związek pomiędzy dziennym spożyciem fruktozy a wartościami ciśnienia tętniczego i stężeniem kwasu moczowego u chorych z przewlekłą chorobą nerek bez cukrzycy?” *Arterial Hypertension* 15, 6: 341-346.
- [36] **LE K.A., M. ITH, R. KREIS et al. 2009.** „Fructose overconsumption causes dyslipidemia and ectopic lipid deposition in healthy subjects with and without a family history of type 2 diabetes”. *American Journal of Clinical Nutrition* 89: 1760 - 1765.
- [37] **LIN W. T., T. F. CHAN, H. L. HUANG et al. 2016.** “Fructose-Rich Beverage Intake and Central Adiposity, Uric Acid, and Pediatric Insulin Resistance” *Journal of Pediatrics* 171: 90-96

- [38] LITHERLAND G. J., E. HAJDUCH, G. W. GOULD, H. S. HUNDAL. 2004. "Fructose transport and metabolism in adipose tissue of Zucker rats: diminished GLUT5 activity during obesity and insulin resistance". *Molecular and Cellular Biochemistry* 261, 1-2, 23-33.
- [39] LIVESEY G., R. TAYLOR. 2008. "Fructose consumption and consequences for glycation, plasma triacylglycerol, and body weight: meta-analyses and meta-regression models of intervention studies". *American Journal of Clinical Nutrition* 88, 5: 1419-1437.
- [40] MADERO M., S. E. PEREZ-POZO, D. JALAL, R. J. JOHNSON, L. G. SÁNCHEZ-LOZADA. 2011. "Dietary fructose and hypertension". *Current Hypertension Reports* 13: 29-35.
- [41] MALIK V. S., F. B. HU. 2015. "Fructose and Cardiometabolic Health. What the Evidence From Sugar-Sweetened Beverages Tells Us". *Journal of the American College of Cardiology* 66, 14: 1615-1624.
- [42] MAŚLAK E., R. B. KOSTOGRYS, M. FRANCZYK-ŻARÓW, P. M. PISULEWSKI. 2009. "Wpływ diety z dodatkiem fruktozy i sprzężonych dienów kwasu linolowego (CLA) na masę ciała i wątroby oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (ALT) u szczurów". *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 65, 4: 368-374.
- [43] MCCLAIN D. A. 2002 "Hexosamines as mediators of nutrient sensing and regulation in diabetes". *Journal of Diabetes and its Complications* 16: 72-80.
- [44] MORA S., J. E. PESSIN. 2002. "An adipocentric view of signaling and intracellular trafficking". *Diabetes Metabolism Research and Reviews* 18: 345-356.
- [45] NAKAGAWA T., H. HU, S. ZHARIKOV, K. R. TUTTLE, R. A. SHORT et al. 2006. "A causal role for uric acid in fructose-induced metabolic syndrome". *American Journal of Physiology - Renal Physiology* 290: 625-631.
- [46] NGUYEN S., H. K. CHOI, R. H. LUSTIG et al. 2009. "Sugar-Sweetened beverages, serum uric acid, and blood pressure in adolescents". *Journal of Pediatrics* 154, 6: 807-813.
- [47] PARKER K., M. SALAS, V. C. NWOSU. 2010. "High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns". *Biotechnology and Molecular Biology Review.* 5, 5: 71-78.
- [48] PARKS E.J., M.K. HELLERSTEIN. 2000. "Carbohydrate-induced hypertriacylglycerolemia: historical perspective and review of biological mechanisms". *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 412-433.
- [49] SAAD M. F., A. KHAN, A. SHARMA et al. 1998. "Physiological insulinemia acutely modulated plasma leptin". *Diabetes* 47: 544-549.
- [50] SAAD A. F., J. DICKERSON, T. B. KECHICHIAN et al. 2016. "High-fructose diet in pregnancy leads to fetal programming of hypertension, insulin resistance, and obesity in adult offspring". *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 215, 3: 378 e1-6.
- [51] SADOWSKA J., M. RYGIELSKA. 2014. "Technologiczne i zdrowotne aspekty stosowania syropu wysokofruktozowego w produkcji żywności". *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 94, 3: 14-26.
- [52] SCHWARTZ M. W., S. C. WOODS, D. J. PORTE, R. J. SEELEY, D. G. BASKIN. 2000. "Central nervous system control of food intake". *Nature* 404: 661-671.
- [53] STANHOPE K.L., P. J. HAVEL. 2008. "Endocrine and metabolic effects of consuming beverages sweetened with fructose, glucose, sucrose, or high-fructose corn syrup". *American Journal of Clinical Nutrition* 88, 1733S-1737S.
- [54] SWANSON J.E., D.C. LAINE, W. THOMAS, J. P. BANTLE. 1992. "Metabolic effects of dietary fructose in healthy subjects". *American Journal of Clinical Nutrition* 55: 851-856.
- [55] TAPPY L., K. A. LE. 2010. "Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity". *Physiological Reviews* 90, 1: 23-46.
- [56] TEFF K. L., S. S. ELLIOTT, M. TSCHOP et al. 2004. "Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women". *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89: 2963-2972.
- [57] TEFF K. L., J. GRUDZIAK, R. R. TOWNSEND et al. 2009. "Endocrine and metabolic effects of consuming fructose and glucose-sweetened beverages with meals in obese men and women: influence of insulin resistance on plasma triglyceride responses". *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 94: 1562-1569.
- [58] TORDOFF M. G., A. M. ALLEVA. 1990. "Effect of drinking soda sweetened with aspartame or high-fructose corn syrup on food intake and body weight". *American Journal of Clinical Nutrition* 51: 963-969.
- [59] UENO M., R. M. BEZERRA, M. S. SILVA. 2000. "A high-fructose diet induces changes in pp185 phosphorylation in muscle and liver of rats". *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 33: 1421-1427.
- [60] VARTANIAN L. R., M. B. SCHWARTZ, K. D. BROWNELL. 2007. "Effects of soft drink consumption on nutrition and health: a systematic review and meta-analysis". *American Journal of Public Health* 97: 667-675.
- [61] WEYER C., T. FUNAHASHI, S. TANAKA. 2001. "Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia". *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 86: 1930-1935.
- [62] WIERZEJSKA R. 2015. "Fruktoza w przetwórstwie żywności. Kontrowersje dietetyczne". *Przemysł Spożywczy* 1, 35-37.
- [63] WU T., E. GIOVANNUCCI, T. PISCHON et al. 2004. "Fructose, glycemic load, and quantity and quality of carbohydrate in relation to plasma C-peptide concentrations in US women". *American Journal of Clinical Nutrition* 80: 1043-1049.
- [64] WYSTRYCHOWSKI G., E. ŻUKOWSKA-SZCZĘCHOWSKA, E. OBUCHOWICZ i wsp. 2012. "Węglowodanowe substancje słodzące a otyłość". *Przegląd Lekarski* 69, 4: 157-162.
- [65] ZAMMIT V. A., I. J. WATERMAN, D. TOPPING, G. MCKAY. 2001. "Insulin stimulation of hepatic triacylglycerol secretion and the etiology of insulin resistance". *Journal of Nutrition* 131: 2074-2077.

Prof. dr hab. Bohdan ACHREMOWICZ
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
Prof. dr hab. Tadeusz HABER
Instytut Technologii Żywności i Gastronomii, PWSliP w Łomży
Mgr Joanna KASZUBA
Dr hab. inż. Czesław PUCHALSKI, prof. UR
Mgr inż. Rafał WIŚNIEWSKI
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

PŁATKI ZBOŻOWE – OCENA PORÓWNAWCZA

Część I

PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO I MINERALNEGO®

Cereals flakes – comparative study

Part I

Comparison of chemical and mineral composition®

Słowa kluczowe: płatki zbożowe, płatki owsiane, skład chemiczny, skład mineralny, ocena porównawcza.

Na podstawie zebranej literatury porównano płatki zbożowe owsiane (błyskawiczne, ekologiczne, górskie, zwykłe), jęczmienne, jaglane (proso), pszenne, orkiszowe, żytnie i gryczane. Porównano również płatki owsiane zwykłe: niemieckie, słowackie, szwedzkie i angielskie. Uwzględniono skład chemiczny i mineralny. Najwyższą zawartość białka i tłuszczu, wśród porównywanych płatków stwierdzono w owsianych. Zawartość skrobi w płatkach była zróżnicowana, niska w orkiszowych krajowych i owsianych szwedzkich. Zawartość błonnika była wysoka w płatkach pszennych, orkiszowych i żytnich, oraz w płatkach angielskich i słowackich. Beta – glukanów nie zawierały płatki jaglane, ale w owsianych szwedzkich było ich najwięcej ok. 5%. Porównanie składników mineralnych wykazało wysoką zawartość Zn, Mn i Fe niezależnie od rodzaju surowca i pochodzenia produktu. Porównane płatki owsiane charakteryzowały się wyższą zawartością Zn w stosunku do innych, zwłaszcza jaglanych, żytnich i gryczanych. Wysoką zawartość tego pierwiastka prezentowały także płatki orkiszowe oraz płatki owsiane ze Szwecji i Niemiec.

Key words: cereal flakes, oatmeal, chemical and mineral composition, comparative study.

On the basis of the collected literature we compared cereal oatmeal (instant, ecological, mountain, plain), flakes from; barley, millet, wheat, spelled, rye and buckwheat. Also compared oatmeal usual: German, Slovak, Swedish and English. Compared the chemical and mineral composition. The highest protein and fat content was found in oatmeal. The starch content in the flakes was a diversified, low in the spelled flakes and oatmeal Swedish. The fiber content was high in flakes from wheat, spelled and rye, also in the flakes from England and Sweden.. Beta - glucans not contain millet flakes, but in the oatmeal from Sweden was their most, approximately 5 %. Comparison of minerals components showed high content of Zn, Mn and Fe regardless of the type of raw material and product origin. Oatmeal characterized by higher Zn content in comparison to others, especially millet, rye, and buckwheat. High content of this element presented also the flakes spelled and samples from Sweden and Germany.

WSTĘP

Technologia produkcji płatków zbożowych opracowana została w 1894 roku przez Johna H. Kellog'a [20]. Zaobserwował on, że podczas zbyt długiego gotowania pszenicy ziarno rozgotowywało się. Po rozwałkowaniu ziaren powstało lepkie ciasto, które wysuszone było całkiem smaczne. Kolejne eksperymenty dotyczyły również ziarna kukurydzy. W następnym roku opatentowano nowy produkt spożywczy w postaci płatków. Od tego czasu płatki zbożowe stały się powszechnie dostępnym oraz popularnym artykułem odżywczym i dietetycznym. W rozwiniętych krajach są

składnikiem codziennego menu [11]. Kaloryczność płatków jest stosunkowo niska, wynosi 1 340 – 1 633 kJ/100g (320-390 kcal), ale dodatek cukru czy suszonych owoców znacznie ją podwyższa. Płatki zwykle spożywane są z dodatkiem produktów mlecznych, co uzupełnia brakujący w zbożach egzogeny aminokwas lizynę, wzrasta wówczas wartość biologiczna białka zbożowego. Płatki zawierają witaminy; E, z grupy B, kwas foliowy i pantotenowy, błonnik oraz sole mineralne. Dietetycy polecają płatki z całego ziarna, które wykazują najwyższą wartość odżywczą, a ich regularne spożycie może zapobiegać nowotworom, otyłości,

cukrzycy, czy nawet chorobom serca [15, 26]. Podjęto produkcję naturalnych płatków z ziaren: pszenicy, jęczmienia, żyta, orkisz, kukurydzy, prosa (jaglany), gryki i ryżu. Oprócz tradycyjnych zwykłych płatków produkowane są również błyskawiczne, górskie i ekologiczne. W procesie produkcji ziarno pozbawiane jest łusek, a następnie poddaje się je płatkowaniu w gniotownikach walcowych.

RODZAJE PŁATKÓW

Płatki owsiane – wytwarzane są z obłuskanego ziarna owsa siewnego (*Avena sativa* L.). Produkuje się płatki: zwykłe – najpopularniejsze na krajowym rynku, przetworzone w niewielkim stopniu – przed spożyciem wymagają gotowania. Obróbce termicznej poddaje się płatki owsiane górskie, a płatki błyskawiczne uzyskuje się przez hydratację ziarna przed dalszym przerobem, co warunkuje jego rozmiękczenie i umożliwia spożycie na zimno. Na rynku są również płatki ekologiczne, do produkcji których używa się ziarna pochodzącego z gospodarstw mających certyfikat ekologiczny, a procesy przetwórcze i produkcyjne są zgodne z normami rolnictwa ekologicznego, obowiązującymi w UE. Płatki owsiane, w porównaniu do produkowanych z innych zbóż, wykazują wyższą wartość odżywczą i energetyczną, zawierają ok. 2-3 razy więcej tłuszczu. W jego składzie jest 40% kwasu linolowego (zapobiega sklerozie), 35% oleinowego oraz 20% palmitynowego. Płatki pozbawione okrywy nasiennej zawierają około 15% białka (m.in. awenina i awenalina) i 2% niezbędnego w diecie błonnika. Wśród sacharydów przeważa skrobia oraz rozpuszczalne polisacharydy i błonnik (polisacharydy nieskrobiowe). Płatki owsiane charakteryzują się także wysoką zawartością Ca, Mg, Na oraz Cu [22]. Przemysł zbożowo – młynarski przerabia ziarno owsa na płatki, mąkę, kaszę i otręby. Mąka owsiana nie zawiera glutenu, nie nadaje się do wypieku chleba, chociaż różne produkty owsiane (np. płatki) są dodawane do ciasta chlebowego [2, 12, 15, 29].

Płatki żytnie – produkowane są z obłuskanego ziarna żyta (*Secale cereale* L.). Wykazują najniższą wartość kaloryczną spośród wszystkich płatków, a wysoka zawartość błonnika pokarmowego decyduje o ich zastosowaniu w żywieniu profilaktycznym. Zawierają o 30% więcej lizyny (w przeliczeniu na białko) od płatków pszennych [9]. Zawartość tłuszczu w płatkach żytnich jest niższa niż w pszennych, jednak zawiera on więcej kwasów nienasyconych. Płatki żytnie zasobne są w składniki mineralne; Fe, Mg, K, Ca, a także mikroelementy; Mn, Co, Cu, Zn, Cr, P, J, F B, oraz witaminy z grupy B, PP, E, inozytol, kwasy pantotenowy i foliowy [9,12]. Zalecane są w diecie odchudzającej, ponieważ zapewniają odczucie sytości lepiej niż inne płatki, a także regulują przemianę materii. Dzięki zawartości lignanów płatki żytnie są czynnikiem zapobiegającym chorobom układu sercowo-naczyniowego, oraz nowotworom: piersi, prostaty, okrężnicy, a także kamicy żółciowej [9,12].

Płatki jęczmienne – zawierają prawie 10 g błonnika pokarmowego na 100 g produktu. Związane to jest z najwyższą zawartością β – glukanów, jaka występuje w ziarnie jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) w porównaniu z innymi zbożami. Dzięki temu płatki jęczmienne zapobiegają zaparciom, wzdęciom i niestrawności. Ponieważ obniżają poziom cholesterolu we krwi, mogą zmniejszać ryzyko zawałów serca [9,13].

Uważa się [9,13], że obecne w płatkach β – glukany wykazują działanie antywirusowe, mogą zatem podnosić ogólną odporność organizmu. Płatki jęczmienne mają w swoim składzie witaminy z grupy B, a także Fe, Mg, Ca, Zn, K, P, oraz Cu. Obecny w płatkach chrom może stymulować produkcję insuliny we krwi, a przez to regulować poziom glukozy. Zawarte w nich antyoksydanty, takie jak tokotrienole, kwercetyna, selen i kwasy fenolowe pomagają zapobiegać chorobom nowotworowym [13, 26].

Płatki pszenne – jak wszystkie produkty otrzymywane z ziarna pszenicy (*Triticum aestivum* L.) są bogatym źródłem energii, ze względu na wysoką zawartość sacharydów, głównie skrobi. Zawierają znaczne ilości białka, ale niepełnowartościowego, bowiem brak jest w nim aminokwasów egzogennych, szczególnie lizyny [13, 22]. W płatkach pszennych wysoki jest poziom błonnika pokarmowego, zwłaszcza nierozpuszczalnego. Zasobne są także w witaminy z grupy B, oraz witaminę E. Zawartość składników mineralnych przekracza 2%, ale są to głównie substancje o charakterze kwasotwórczym [9, 14].

Płatki orkiszowe – są stosunkowo nowym produktem na naszym rynku, ale już cieszą się znaczną popularnością. Według tekstów XII w. uzdrowicielki św. Hildegardy z Bingen [26] orkisz (*Triticum spelta* L.) jest zbożem najlepiej przyswajalnym przez organizm człowieka, cenionym ze względu na wysoką wartość odżywczą i orzechowy smak. Medycyna tradycyjna zaleca produkty z orkisz dla rekonwalescentów, ze względu na ułatwianie przyswajania innych pokarmów [26]. Ziarno orkisz zawiera więcej niż pszenica białka (13-17%, pszenica zwykła 12-13%), jest także bogatsze w lepiej przyswajalny gluten. Ma więcej tłuszczu, przy czym dominującym kwasem tłuszczowym jest wartościowy dla zdrowia, kwas linolenowy. Charakteryzuje się wysokim udziałem składników mineralnych: Fe, Ca, Zn, K, Cu, Se oraz witamin A, E i z grupy B. Jest także dobrym źródłem błonnika pokarmowego, ubogim w skrobię oporną (nie podlegającą trawieniu). Procesy technologiczne stosowane w przetwórstwie orkisz (na płatki, kaszę, makaron), jak wykazały badania Piecyk i in. [24], wpływają na zwiększenie strawności białka i skrobi w otrzymanych produktach.

Płatki jaglane – otrzymuje się je z ziarna prosa (*Panicum miliaceum* L.). Podobnie jak wszystkie produkty zbożowe są bogatym źródłem witamin z grupy B, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania np. układu nerwowego. Zawierają także kwas krzemowy, składnik keratyny wykazujący działanie pielęgnacyjne; wygładza cerę, wzmacnia włosy oraz paznokcie. Płatki jaglane są także dobrym źródłem witaminy E, oraz składników mineralnych: Ca, Fe, K, P, Zn, Mn. Dodatkowym walorem jest brak w nich glutenu, co pozwala stosować je w żywieniu chorych na celiakię [26].

Płatki gryczane – produkowane z obłuskanych nasion gryki (*Fagopyrum esculentum* Moench.) zdobywają ostatnio coraz większą popularność, z uwagi na wysoką wartość żywieniową i dietetyczną. Od innych płatków różnią się głównie białkiem (zawierają lizynę i leucynę) mającym najlepiej zbilansowany skład aminokwasowy, co powoduje, że płatki gryczane korzystnie wpływają np. na funkcjonowanie mózgu. Zalecane są także w diecie bezglutenowej. Są dobrym źródłem składników mineralnych, niezbędnych dla organizmu człowieka takich jak: Mg, Fe, Ca, Co, Cu, Zn oraz J. Zasobne

są także w witaminy E oraz B₁ i B₂. Charakterystyczny smak płatków gryczanych bardzo dobrze komponuje się z orzechami włoskimi [26].

Aktualnie na rynku przetworów zbożowych występuje kilkanaście rodzajów płatków. Ze względu na ich dużą wartość dietetyczną i prozdrowotną oraz brak istotnych ograniczeń dla konsumentów, mogą być kwalifikowane do zdrowej żywności i zalecane do powszechnego stosowania. Bogaty asortyment rynkowy płatków śniadaniowych skłonił wielu Autorów [2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 18, 19, 24, 29, 30] do przeprowadzenia badań porównawczych różnych produktów, mających na celu określenie składu chemicznego, mineralnego, walorów organoleptycznych i ewentualnych możliwości wykorzystania ich jako składników lub zagęstników skrobiowych, do produkcji innych artykułów spożywczych.

Celem przedstawionego artykułu przeglądowego było porównanie, na podstawie zebranej literatury [2, 3, 4, 5, 7, 8, 17, 21, 25], 14 asortymentów krajowych i zagranicznych płatków zbożowych. Porównano podstawowe składniki chemiczne i mineralne. Uwzględniono wilgotność, zawartości: białka ogółem, tłuszczu, skrobi, błonnika nierozpuszczalnego, rozpuszczalnego i ogółem oraz β – glukanów. Porównując skład mineralny oceniano zawartość: Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb i Zn, określone w mg/kg. Porównano płatki owsiane produkcji krajowej (błyskawiczne, ekologiczne, górskie, zwykłe). Uwzględniono również zwykłe płatki owsiane otrzymane z różnych krajów (Niemcy, Słowacja, Szwecja, Anglia). Do porównań włączono także płatki zbożowe krajowe, wyprodukowane z ziarna jęczmienia, prosa (jaglane), pszenicy, orkisz, żyta i gryki.

Analizy składu chemicznego i mineralnego porównywanych w tej publikacji płatków zbożowych oparto na wynikach badań zestawionych w tabelach 1 i 2. Wszystkie analizy były wykonane według tych samych metod; wodochłonność wg. AACC 56-20 [1], błonnik wg. AOAC 991.43 [6], β -glukany wg. AOAC 995.16 [6], skrobia wg. AOAC 996.11 [6], popiół wg. ICC-Standard No. 104/1 [15], wilgotność wg. PN-EN.ISO 712:2009 [28], białko ogółem wg. PN-EN.ISO 2048:2007 [28], tłuszcz wg. PN-EN.ISO 11085:2010 [28]. Zawartość metali oznaczano aparatem ICP-OES 7300 Dual View (Perkin Emler USA) wg. Ostrowskiej i inn. [23].

Przeprowadzono analizę statystyczną zebranych z literatury wyników oznaczeń, określono istotność różnic poszczególnych cech. W opracowaniu statystycznym wykorzystano program Statgraphics v.15 przy poziomie istotności $p=0,05$. Obliczono i zamieszczono w tabelach wartości średnie, odchylenia standardowe i współczynnik zmienności prób. Różnice pomiędzy średnimi obliczono wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA z testem Duncana [27].

PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO

W pierwszym etapie porównania płatków zbożowych różnego rodzaju, zestawiono zebrane z literatury [2, 3, 4, 5, 7, 8, 21] wyniki charakteryzujące ich skład chemiczny. Analizowane dane zamieszczono w tabeli 1. Wśród porówny-

wanych podstawowych składników chemicznych w badanych próbkach, zwraca uwagę fakt, iż ilość białka w płatkach owsianych (niezależnie od rodzaju i kraju pochodzenia) była, w większości przypadków, wyższa (10,6 – 13,5%), niż we wszystkich pozostałych produktach (4,3 – 10,0%), za wyjątkiem płatków orkiszowych (11,6%). Ponadto, płatki owsiane pochodzące od producentów zagranicznych, wykazywały nieznacznie wyższą zawartość białka w stosunku do badanych produktów krajowych, z wyjątkiem płatków owsianych zwykłych i górskich.

Generalnie wszystkie porównywane płatki owsiane (błyskawiczne, ekologiczne, górskie, zwykłe) wykazały zawartość białka powyżej średniej (10,2%) obliczonej dla wszystkich badanych prób. Obliczenia statystyczne wykazały, że różnice były istotne, a zawartość białka w płatkach mieściła się w granicach od 9,0 do 13,0%. Skrajnie niskie wartości wystąpiły tylko w przypadku płatków żytnich, gryczanych i jęczmiennych (poniżej 8,3%), co zapewne, związane było z zawartością tego składnika w użytych do ich produkcji surowcach zbożowych.

Porównując zawartość tłuszczu w zestawionych produktach stwierdzono, że najwyższe jego ilości były w płatkach owsianych (4,2-7,1%), co wiąże się z ogólnie wysoką zawartością tego składnika w ziarnie owsa w porównaniu z innymi zbożami. W płatkach z pozostałych zbóż zawartość tłuszczu mieściła się w zakresie 1,8-2,8%. Warto zauważyć, że zawartość tłuszczu w płatkach owsianych pochodzenia krajowego była istotnie wyższa niż w badanych, analogicznych, płatkach zagranicznych. Do wysokiej zawartości tłuszczu, stwierdzonej w płatkach krajowych, zbliżona była jego zawartość tylko w porównywanych płatkach niemieckich (6,8%).

Najistotniejszym składnikiem wszystkich porównywanych płatków zbożowych były polisacharydy, a wśród nich przede wszystkim skrobia. Jej zawartość w produktach była zróżnicowana (od 47,2 do 69,7%) i trudno wskazać przyczyny tego stanu rzeczy. Na uwagę zasługuje niewątpliwie niska zawartość skrobi, jaką odnotowano w płatkach owsianych, zwykłych, produkcji szwedzkiej (57,1%). Niemniej jednak, z punktu widzenia statystyki, różnice pomiędzy badanymi próbkami, chociaż dochodziły nawet do ponad 10%, były nieistotne.

Zawartość pozostałych polisacharydów, wyrażonych jako błonnik wykazywała podobną zmienność jak w przypadku skrobi. Zwraca uwagę wysoka zawartość nierozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego w płatkach pszenicznych (7,9%), a także orkiszowych (7,9%) oraz żytnich (8,8%). Spośród pozostałych płatków dużą zawartość tej frakcji błonnika odnotowano w płatkach owsianych zwykłych produkcji szwedzkiej (6,7%) i słowackiej (5,3%). Płatki te charakteryzowały się jednocześnie wysoką zawartością frakcji rozpuszczalnej, co w sumie powodowało dużą zawartość błonnika całkowitego. W konsekwencji największą zawartością błonnika ogółem charakteryzowały się szwedzkie zwykłe płatki owsiane (13,1%) oraz krajowe żytnie zwykłe płatki (13,1%).

W porównywanych płatkach zawartość β -glukanów mieściła się w szerokim zakresie od całkowitego ich braku (w jaglanych), aż do prawie 5% w zwykłych owsianych produkcji szwedzkiej. Mimo tak dużego zróżnicowania, rezultaty nie były istotne statystycznie. Ważnym jest natomiast, że im

Tabela 1. Porównanie składu chemicznego płatków zbożowych różnego pochodzenia

Table 1. Comparison of chemical composition cereal flakes of various origin

Płatki cereal flakes	Wilgotność humidity [%]	Białko protein [%]	Tłuszcz fat [%]	Popiół ash [%]	Skrobia starch [%]	Błonnik fiber			β-glukany β-glucans [%]
						Nierozpuszczalny insoluble [%]	Rozpuszczalny soluble [%]	Ogółem total [%]	
1. Owsiane błyskawiczne	9,99 ^a	10,76 ^a	6,74 ^a	1,71 ^a	58,67 ^a	4,46 ^a	2,55 ^a	7,02 ^a	2,75 ^a
2. Owsiane ekologiczne	11,19 ^{a,b,c}	10,55 ^a	7,13 ^a	1,83 ^a	64,42 ^a	4,46 ^a	4,12 ^a	8,57 ^a	3,57 ^{a,b}
3. Owsiane górskie	9,58 ^{a,b,c}	13,50 ^a	6,92 ^{a,b}	1,69 ^a	62,25 ^a	4,26 ^a	2,41 ^a	6,68 ^a	2,80 ^a
4. Owsiane zwykłe	9,64 ^{a,b}	12,06 ^a	7,23 ^a	1,63 ^a	59,44 ^a	3,67 ^a	2,05 ^a	5,33 ^a	1,84 ^a
5. Jęczmienne zwykłe	10,46 ^{a,b,c}	8,24 ^a	2,07 ^a	0,98 ^{a,b,c}	63,53 ^a	3,22 ^{a,b}	3,05 ^a	6,27 ^a	2,46 ^a
6. Jaglane zwykłe	9,06 ^a	9,99 ^{a,b}	2,77 ^a	0,89 ^{a,b,c}	69,73 ^a	2,13 ^{a,b}	1,19 ^a	3,32 ^a	0
7. Pszenne zwykłe	11,38 ^{a,b,c}	9,39 ^{a,b}	2,12 ^a	1,65 ^{a,b,c}	54,13 ^a	7,92 ^a	1,38 ^a	9,30 ^a	0,11 ^{a,b}
8. Orkiszowe zwykłe	10,13 ^a	11,55 ^{a,b}	2,52 ^a	1,60 ^a	47,72 ^{a,b}	7,87 ^a	1,74 ^a	9,60 ^{a,b}	0,60 ^a
9. Żytnie zwykłe	11,24	4,30 ^{a,b,c}	1,37 ^{a,b}	1,53 ^{a,b,c}	66,07 ^a	8,84 ^a	4,26 ^{a,b}	13,09 ^{a,b,c}	1,62 ^{a,b}
10. Gryczane zwykłe	11,65	7,98 ^a	1,82 ^{a,b}	1,20	68,02 ^a	3,07 ^{a,b}	2,31 ^{a,b}	5,38 ^a	0,07 ^a
11. Niemieckie owsiane zw.	9,36	11,37 ^a	6,84 ^{a,b}	2,06	60,27 ^a	4,90 ^a	4,22 ^a	9,13 ^{a,b}	3,73 ^a
12. Słowackie owsiane zw.	9,85	11,0	5,96	2,05	62,27 ^a	5,31	4,08 ^a	9,36	3,76
13. Szwedzkie owsiane zw.	9,40	11,59	6,16	2,03	57,06 ^a	6,69	6,27	13,14	4,94
14. Angielskie owsiane zw.	10,04	11,33	4,19	1,60	61,84	4,17	5,07	9,24	3,88
Średnia	0,81	10,24	4,56	1,60	61,10	5,07	3,19	8,25	2,29
SD		2,19	2,27	0,36	5,54	1,97	1,46	2,70	1,58

^{a,b,c}/ wartości średnie oznaczone w tej samej kolumnie różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values designated by different letters and placed in the same column differ statistically significantly at $p < 0,05$, średnia/average, SD – odchylenie standardowe/ standard deviation.

Rodzaje płatków – types of flakes; od 1 do 10 polskie – from 1 to 10 polisch, błyskawiczne – instant, ekologiczne – green, górskie – mountain, zwykłe – cereal usual, jęczmienne – barley, jaglane – millet, pszenne – wheat, orkiszowe – spelt, żytnie – rye, gryczane – buckwheat, niemiecki owsiane – german flakes, słowackie – slovak, szwedzkie – swedish, angielskie – english.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

wyższa zawartość β - glukanów w płatkach zbożowych, tym są one cenniejsze z żywieniowego punktu widzenia [16]. β – glukany mają bezpośredni wpływ na obniżenie poziomu cholesterolu we krwi, co tłumaczy się ich oddziaływaniem na szybkość wydalania z kałem kwasów żółciowych, syntezowanych z cholesterolu. Właściwości β – glukanów są jednak znacznie szersze, wpływają one na zmniejszanie hiperlipidemii i hiperinsulinomii, są pomocne w prewencji i leczeniu cukrzycy, oraz chorób cywilizacyjnych, takich jak otyłość [16].

PORÓWNANIE SKŁADU MINERALNEGO

Skład mineralny porównywanych płatków zbożowych przedstawiono w tabeli 2. Spośród prezentowanych składników uwagę zwraca wysoka zawartość cynku, manganu i żelaza w badanych płatkach i to niezależnie od jakości użytych surowców i kraju ich pochodzenia. Mimo braku istotnych statystycznie różnic, warto podkreślić, że płatki owsiane charakteryzowały się wyższą zawartością cynku (śr. 27,1mg/kg)

w porównaniu z innymi płatkami, a szczególnie jaglanymi (16,7mg/kg), żytnimi (13,1mg/kg) czy gryczanymi (11mg/kg). Wysoką zawartość tego pierwiastka odnotowano także w płatkach orkiszowych (28mg/kg) oraz w płatkach pochodzących ze Szwecji i Niemiec (odpowiednio: 32,2 i 27,3mg/kg).

W przypadku żelaza najwyższą jego zawartość stwierdzono w owsianych płatkach górskich (50,5mg/kg) oraz w płatkach owsianych zwykłych pochodzących z Anglii (43,9mg/kg) i Szwecji (47,4mg/kg). Podobnie jak w przypadku cynku najniższą zawartością żelaza charakteryzowały się płatki żytnie (15,9mg/kg) i gryczane (18,8mg/kg). Taki sam trend wykazywały także w kontekście zawartości manganu.

Najwyższą zawartość niklu obserwowano w płatkach pochodzących ze Słowacji, Anglii i Szwecji (od 1,57 do 1,92 mg/kg). Wysoka zawartość niklu może budzić obawy dietetyków, z uwagi na zagrożenia alergią wywoływaną przez ten pierwiastek [20]. Zawartość pozostałych pierwiastków metalicznych była stosunkowo niższa i nie przekraczała 2,60 mg/kg dla miedzi, 0,67 mg/kg dla chromu, 0,03mg/kg kadmu oraz 0,06 mg/kg dla ołowiu. Zawartość tych pierwiastków

Tabela 2. Porównanie składu mineralnego płatków zbożowych różnego pochodzenia

Table 2. Comparison of mineral composition cereals flakes of various origin

Płatki flakes	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
1. Owsiane błyskawiczne	0,042 ^a	1,05 ^{a,b}	5,40 ^a	36,07 ^a	40,57 ^a	0,62 ^a	0,13 ^{a,b,c}	26,02 ^a
2. Owsiane ekologiczne	0,021 ^{a,b,c}	1,15 ^{a,b}	2,24 ^a	35,29 ^a	33,51 ^a	0,71 ^a	0,05 ^a	23,43 ^a
3. Owsiane górskie	0,040 ^{a,b,c}	1,21 ^{a,b}	2,93 ^a	50,45 ^a	46,56 ^a	1,37 ^a	0,02	29,53 ^a
4. Owsiane zwykłe	0,052 ^{a,b,c}	0,91 ^{a,b}	2,10 ^a	38,97 ^a	46,57 ^a	1,20 ^a	0,05	28,54 ^{a,b}
5. Jęczmieniane zwykłe	0,03 ^a	0,20 ^a	2,42 ^a	20,56 ^a	9,17 ^a	0,25 ^a	0,02	19,67 ^a
6. Jaglane zwykłe	0,02	0,18 ^a	1,51 ^{a,b}	22,17 ^a	5,33 ^a	1,25 ^{a,b}	0,08	16,72 ^a
7. Pszenne zwykłe	0,04	0,51 ^{a,b}	2,45 ^{a,b,c}	25,72 ^a	24,77 ^a	0,54 ^{a,b}	0,07	19,63 ^a
8. Orkiszowe zwykłe	0,03	0,63 ^{a,b}	1,43 ^a	37,47 ^a	34,99 ^a	0,40 ^{a,b}	0,02	28,03 ^a
9. Żytnie zwykłe	0,01	0,96 ^a	1,95 ^a	15,93 ^{a,b}	15,47 ^a	0,01 ^a	0,02	13,08 ^a
10. Gryczane zwykłe	0,02	0,39	1,85 ^a	18,87 ^a	5,48 ^a	1,41 ^a	0,06	10,99 ^a
11. Niemieckie Owsiane zw.	0,02	0,84	2,48 ^a	37,84 ^a	38,10 ^a	0,75 ^a	0,02	27,32 ^a
12. Słowackie Owsiane zw.	0,02	0,55	2,23	37,95 ^a	36,26 ^a	1,57	0,05	26,22 ^a
13. Szwedzkie Owsiane zw.	0,04	0,29	3,77	47,38 ^a	44,27 ^{a,b}	1,92	0,05	32,19 ^a
14. Angielskie owsiane zw.	0,03	0,37	3,61	43,90	44,12	1,73	0,07	23,86
Średnia	0,03	0,67	2,60	33,48	30,37	0,99	0,06	23,23
SD	0,01	0,35	1,03	10,68	15,02	0,57 0,04	0,04	6,19

^{abc/} wartości średnie oznaczone w tej samej kolumnie różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)/ mean values designated by different letters and placed in the same column differ statistically significantly at $p < 0,05$. SD - odchylenie standardowe/ standard deviation. Opis kolumn jak w tab.1/ Description of columns as in table 1.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

nie wykazała zmienności statystycznej w zależności od rodzaju badanych płatków i ich pochodzenia. Niska zawartość kadmu i ołowiu świadczyła natomiast o dobrej jakości surowców użytych do produkcji płatków, w sensie ich pochodzenia z terenów nisko zurbanizowanych.

Według rozporządzenia Komisji (UE) Nr. 1881/2006 [10] ustalającego dopuszczalne normy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych zawartość ołowiu oraz kadmu w zbożach i ich przetworach nie powinna przekraczać 0,20 mg/kg. Wartości te dla obu pierwiastków nie zostały przekroczone w żadnej z porównywanych próbek płatków zbożowych.

PODSUMOWANIE

Porównując skład chemiczny wybranych płatków zbożowych różnego pochodzenia stwierdzono że:

- Płatki owsiane (niezależnie od rodzaju i kraju pochodzenia) charakteryzowały się wyższą zawartością białka niż pozostałe badane płatki zbożowe, z wyjątkiem płatków orkiszowych. Ponadto, płatki owsiane pochodzące od producentów zagranicznych, wykazywały nieznacznie wyższą zawartość białka (w przedziale od 11,0 do 11,59%) w stosunku do odpowiednich płatków produkcji krajowej (10,6 – 13,5%), z wyjątkiem płatków owsianych zwykłych i górskich.
- Tłuszcz w najwyższym procencie występował w płatkach owsianych. Związane to było z jego wysoką zawartością w ziarnie owsa. Zawartość substancji tłuszczowych w owsianych płatkach pochodzenia krajowego była wyższa niż w analogicznych płatkach zagranicznych.

- Zawartość skrobi była zróżnicowana i trudno wskazać czy było to spowodowane, jakością użytego surowca czy zastosowaną technologią produkcji. Obserwowano zróżnicowanie między poszczególnymi, porównywanymi rodzajami płatków, ale także w obrębie płatków owsianych.
- Na uwagę zasługuje niska zawartość skrobi w płatkach szwedzkich (57,1%) co wiąże się z wyższą, niż średnie, zawartością białka, błonnika ogółem i β – glukanów. Proporcje te wyraźnie wskazują że zwykłe płatki owsiane, produkowane w Szwecji, mają wysoką wartość odżywczą i dietetyczną.
- Zawartość błonnika wykazała duże zróżnicowanie, podobnie jak w przypadku skrobi. Zwraca uwagę wysoka zawartość nierozpuszczalnej frakcji błonnika w płatkach pszennych (także orkiszowych) oraz żytnich (od całkowitego braku - w jaglanych, do około 5% w płatkach owsianych – szwedzkich).
- Płatki zbożowe wykazują wysoką zawartość cynku, manganu i żelaza, niezależnie od ich rodzaju i pochodzenia. Płatki owsiane charakteryzowały się jedną z wyższych zawartości cynku w porównaniu do innych produktów, a zwłaszcza płatków jaglanych, żytnich oraz gryczanych. Wysoką zawartość tego pierwiastka odnotowano także w płatkach orkiszowych oraz w zwykłych płatkach owsianych pochodzących ze Szwecji i Niemiec.
- W przypadku żelaza najwyższą jego zawartość wykazano w płatkach owsianych górskich oraz w zwykłych płatkach owsianych pochodzących z Anglii i Szwecji. Podobnie jak w przypadku cynku, najniższą zawartością żelaza charakteryzowały się płatki żytnie i gryczane.

Na podstawie przeprowadzonych porównań odnośnie składu chemicznego i mineralnego, można jednoznacznie stwierdzić, że płatki zbożowe w ogóle, a owsiane w szczególności, stanowią zdrowy i pełnowartościowy, dietetyczny produkt spożywczy.

LITERATURA

- [1] **AACC Method 56-20. 2014.** "Hydratation capacity of pergelatinized cereal products". www.aacc.nche.edu
- [2] **ACHREMOWICZ B., M. GIBIŃSKI. 2010.** „Przetwory owsiane cennym składnikiem naszej diety”. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 7(54): 14-15.
- [3] **ACHREMOWICZ B., J. KASZUBA, C. PUCHALSKI. 2016.** „Zawartość niklu (Ni) w przetworach zbożowych”. *Przegl. Zbożowo-Młynarski* 4(60): xx (w druku).
- [4] **ACHREMOWICZ B., A. KUCZYŃSKI, J. KASZUBA, R. WIŚNIEWSKI. 2016.** „The quality value of oat flakes produced in different countries”. *Towaroznawcze Problemy Jakości* 1(10): xx (w druku).
- [5] **ACHREMOWICZ B., P. KUCZYŃSKI, C. PUCHALSKI, R. WIŚNIEWSKI, J. KASZUBA. 2016.** „Porównanie płatków owsianych błyskawicznych, ekologicznych, górskich i zwykłych”. *Nauka Przyroda Technologie* 3(10):49.
- [6] **AOAC 2014.** Association of Official Agricultural Chemists: 991,43 Total, soluble and insoluble fiber. 995,16 Beta-D-glucan, enzymatic method. 996,11 Total starch. Edt. Rockville, Maryland.
- [7] **BERSKI W., B. ACHREMOWICZ, F. GAMBUŚ, H. GAMBUŚ. 2016.** „Zawartość wybranych mikroelementów i pierwiastków śladowych w płatkach owsianych”. *Acta Agrophisica* (w druku).
- [8] **BERSKI W., R. SABAT, A. WYWROCKA-GURGUL, B. ACHREMOWICZ, H. GAMBUŚ. 2016.** „Skład chemiczny i charakterystyka kleikowania płatków owsianych różnego pochodzenia”. *Acta Agrophisica* (w druku).
- [9] **CZERWIŃSKA D. 2011.** „Wartość odżywcza i walory zdrowotne płatków zbożowych”. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 3 (55).
- [10] **DZIENNIK URZĘDOWY UE 2006.** L 364/5 z dn. 30.12.06. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- [11] **GAVIN O. 2001.** Cereal processing technology. Woodhead Publ. Ltd. CRC Press New York, Washington DC. Cambridge England: 153 - 196.
- [12] **GAŚSIOROWSKI H. (red.) 1994.** Żyto Chemia i Technologia. Poznań: Wyd. PWRiL: 197-204.
- [13] **GAŚSIOROWSKI H. (red.) 1997.** Jęczmień Chemia i Technologia. Poznań: Wyd. PWRiL: 164-174.
- [14] **GAŚSIOROWSKI H. (red.). 2004.** Pszenica Chemia i Technologia. Poznań: Wyd. PWRiL: 530- 533.
- [15] **GAŚSIOROWSKI H. 2003.** „Wartość fizjologiczno-żywnościowa owsa”. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 47: 26-28.
- [16] **GIBIŃSKI M. 2008.** „Beta-glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej”. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 2(15): 15-29.
- [17] **ICC. 2014.** International Cereals Chemists: Standard 104/1 Determination of ash in cereals and cereal products. www.icc.or.at/standard_methods
- [18] **JAO, Y.C., A. H. CHEN, W. E. GOLDSTEIN. 1985.** „Evaluation of corn protein concentrate: Extrusion study”. *J. Food Science* 50: 1257-1288.
- [19] **KAWKA A., B. ACHREMOWICZ. 2014.** „Owies – roślina XXI wieku. Wykorzystanie żywieniowe i przemysłowe”. *Nauka Przyroda Technologie* 3(6): 1-11.
- [20] **KELLOG J. H. 1927.** The New Dietetics; a Guide to Scientific Feeding in Health and Disease.
- [21] **KUCZYŃSKI A., B. ACHREMOWICZ, C. PUCHALSKI. 2015.** „Porównanie lepkości pozornej kleików otrzymanych z błyskawicznych płatków zbożowych”. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 6(103): 75-86. DOI: 10.1515/zntj/2015/103/089
- [22] **LANGE E. 2010.** „Produkty owsiane jako żywność funkcjonalna”. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 3(17).
- [23] **OSTROWSKA A., S. GAWLIŃSKI, Z. SZCZUBIAŁKA. 1991.** „Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin”. *Methods of Analysis and Evaluation of Soil and Plant Properties. Catalog. Wyd. Inst. Ochrony Środowiska*: 333.
- [24] **PIECYK M., D. KULKA, E. WOROBIJ. 2009.** „Charakterystyka i wartość odżywcza ziarna orkisz i produktów orkiszowych”. *Bromat. Chem. Toksykol.* 42(30): 247-251.
- [25] **PIZZUTELLI S. 2011.** „Systemic nickel hypersensitivity and diet: myth or reality?” *Eur. Ann. Allergy Clin. Immunol.* 1(43): 5-18.
- [26] **Płatki zbożowe-ktore-wybrac.html www.vitalia.pl/artykul1041** [dostęp 2016-05-20].
- [27] **RABIEJ M. 2012.** Statystyka z programem Statistica. Wyd. Helion.
- [28] **PN-EN ISO: 2048:2007** Ziarno zbóż. Oznaczanie azotu i białka. 712:2009 Oznaczanie wilgoci. 11085:2010 Oznaczanie tłuszczu metodą ekstrakcji Randalla.
- [29] **SOBCZYK M., T. HABER, K. WITKOWSKA. 2010.** „Wpływ dodatku płatków owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszennego”. *Acta Agroph.* 16(2): 423-433.
- [30] **SYKUT-DOMAŃSKA E. 2012.** „Charakterystyka wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych na rynku polskim i brytyjskim”. *Bromatologia Chemia Toksykologia* 45:72-82.

Mgr inż. Joanna CICHOWSKA
Dr hab. inż. Hanna KOWALSKA
Mgr inż. Kinga CZAJKOWSKA
Mgr Maria HANKUS

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

WYKORZYSTANIE POTENCJAŁU ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO I PROZDROWOTNYCH WŁAŚCIWOŚCI OWOCÓW W KREOWANIU NOWYCH PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH®

The potential of osmotic dehydration and healthy properties of fruit
in the creation of new food products®

Badania były: Wspierane finansowo przez SUSFOOD ERA-NET/NCBiR (Narodowe Centrum Badań i Rozwoju); Projekt 5/SH/SUSFOOD1/2014. Okres realizacji: 2014-2016, Polska.

*Współfinansowane z dotacji MNISW na działalność statutową Wydziału Nauk o Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

Słowa kluczowe: odwadnianie osmotyczne, owoce, produkty uboczne, wzbogacanie.

Przemysł spożywczy charakteryzuje się dużą dynamiką rozwoju. Z uwagi na zmieniające się wymagania i preferencje konsumentów istnieje potrzeba kreowania nowych produktów spożywczych, a także wprowadzania innowacji. Na rynku istnieje również zapotrzebowanie na produkty o wysokim potencjale odżywczym. Odpowiedzią mogą być owoce odwadniane osmotycznie, a następnie suszone. Produkty uboczne powstające przy przetwórstwie owoców i warzyw zawierają naturalne biokomponenty, które można ponownie wykorzystać, np. wzbogacając produkty w składniki prozdrowotne. Stanowi to wartość dodaną i stanowi atrakcyjność produktów, ponieważ ich spożycie wpływa korzystnie na zdrowie konsumentów. Cenne źródło substancji odżywczych, takich jak związki polifenolowe lub błonnik pokarmowy znajduje się w wyłuskach owoców jagodowych. Również świeże owoce, nieznacznie przetworzone, mogą stanowić innowację na rynku jako produkty o wysokiej wartości odżywczej. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie takimi produktami zarówno wśród producentów jak i konsumentów. Wynika to z większej świadomości ludzi i poszukiwania żywności „prozdrowotnej”.

Key words: osmotic dehydration, fruit, by-product, enrichment.

The food industry is characterised by high dynamics of development. Due to the changing expectations and preferences of consumers, there is a need to create new food products, as well as innovation. On the market there is also a demand for products with high nutritional potential. The answer may be osmo-dehydrated fruit, and then dried. The by-products arising from the processing of fruit and vegetables contain natural biocompounds, which can be reused, for example to enriching products in health-promoting ingredients. This is a value-added product and is attractive to consumers because their consumption is beneficial to their health. A valuable source of nutrients such as polyphenols or dietary fiber is in the pomace berries. Fresh fruit slightly processed may be an innovation in the market by offering products with high nutritional value. In recent years among producers and consumers increasing interest of these products. This is due to greater awareness of the people and the search for food “pro-healthy”.

ZASTOSOWANIE ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO

Niezwykle istotne z punktu widzenia gospodarki, a także środowiska naturalnego jest stosowanie czystych technologii produkcji. Dąży się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię oraz oddziaływania przemysłu spożywczego na

otoczenie [22]. Jednym z najmniej energochłonnych procesów w technologii żywności jest odwadnianie osmotyczne [2]. Jest to proces obróbki wstępnej pozwalający zachować naturalne właściwości produktów mało przetworzonych [10]. Ma wiele zalet, wśród których można wymienić m.in. wzbogacanie odwadnianych owoców lub warzyw w biokomponenty korzystnie wpływające na zdrowie konsumentów,

Adres do korespondencji – Corresponding author: Joanna Cichowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, e-mail: joanna_cichowska@sggw.pl

dużą elastyczność w zakresie doboru surowca oraz kształtowanie profilu smakowego, co rozszerza zakres jego potencjalnych zastosowań przemysłowych. Łagodna obróbka cieplna powoduje mniejsze zmiany barwy wywołane czynnikami termicznymi, a dzięki usunięciu części wody z produktu zmniejsza się czas ekspozycji na działanie podwyższonej temperatury (ograniczenie termicznej degradacji związków) podczas kolejnych etapów przetwarzania [38]. Kawałki owoców otoczone cząsteczkami cukru są dobrze zabezpieczone przed enzymatycznym brązowieniem oraz utlenianiem [31]. Równie istotnym aspektem jest częściowe utrwalenie produktu i skrócenie czasu suszenia, z jednocześnie zwiększeniem wydajności pracy suszarek (zmniejszenie zużycia energii o 20-30%) [8, 34].

Do wad odwadniania osmotycznego można zaliczyć dużą lepkość roztworu osmotycznego oraz małą różnicę gęstości między materiałem a roztworem. Współczynnik dyfuzji jest odwrotnie proporcjonalny do lepkości układu, zatem wzrost lepkości przyczynia się do zwiększenia oporu przenoszenia masy. Różnica gęstości wpływa na to, że surowiec odwadniany unosi się na powierzchni roztworu. Wymagane jest więc zastosowanie dodatkowych środków mechanicznych, zapewniających stałe zanurzenie w roztworze. Różnorodny charakter produktów spożywczych nie pozwala na nieograniczone zwiększanie operacji mieszania, która mogłaby obniżać lepkość układu [27]. Proces odwadniania osmotycznego powoduje obniżenie aktywności wody w produkcie, ale nie zapewnia całkowitej trwałości. W związku z tym wymagane jest końcowe utrwalenie, np. poprzez zastosowanie procesów mrożenia, pasteryzacji, suszenia konwekcyjnego, mikrofalowego czy liofilizacji [26].

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości wykorzystania odwadniania osmotycznego oraz prozdrowotnych składników owoców w kreowaniu nowych produktów spożywczych.

KREOWANIE NOWYCH PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH

Na rynku istnieje zapotrzebowanie na produkty o wysokim potencjale odżywczym. Odpowiedzią mogą być owoce odwadniane osmotycznie, np. w formie chipsów owocowych. Utrzymanie zróżnicowanej diety mogą zapewnić suplementy diety oraz żywność funkcjonalna, czyli wzbogacona w substancje wpływające korzystnie na ludzki organizm [15]. Chipsy owocowe już od kilku lat można znaleźć na rynku produktów spożywczych. Badacze w dalszym ciągu zajmują się pogłębianiem tej tematyki, żeby w możliwie jak największym stopniu udoskonalić technologię produkcji przekąsek. Velickova i wsp. [37] otrzymali chipsy jabłkowe z wykorzystaniem odwadniania osmotycznego w 40% roztworze glukozy i suszenia konwekcyjnego w czasie 2 godzin. Nowy produkt został zaakceptowany przez 95% panelistów. Nie odnotowano znaczących zmian jakości przez 6 miesięcy przechowywania w 25°C w atmosferze modyfikowanej. Betoret i wsp. [6] opracowali technologię produkcji probiotycznej przekąski z jabłek. Stosowali oni impregnację próżniową a także odwadnianie osmotyczne w soku mandarynkowym i ananasowo-winogronowym z dodatkiem szczepów *Lactobacillus salivarius* i *Lactobacillus acidophilus*. W końcowym etapie produkt suszono przez 24 godziny. Otrzymana

przekąska miała potencjalny wpływ na infekcje spowodowane *Helicobacter pylori*. W swoich wcześniejszych badaniach Betoret i wsp. [7] wzbogacali tkankę roślinną jabłek wykorzystując odwadnianie osmotyczne w soku jabłkowym z dodatkiem szczepu *Saccharomyces cerevisiae* oraz pełnego mleka i szczepu *Lactobacillus casei*. Osiągnięty poziom zawartości tych szczepów w produktach był na podobnym poziomie do nabiałowych produktów komercyjnych.

Truskawki odwadniane osmotycznie i podsuszone do średniej zawartości wody stanowią atrakcyjny produkt o dobrych właściwościach organoleptycznych, przeznaczony do bezpośredniego spożycia oraz jako dodatek do ciast, produktów mlecznych lub nadziei cukierniczych [24]. Durrani i Verma [11] wykazali atrakcyjność produktu Amla Murabba uzyskanego z owoców Alma v. Banarsi poddanego obróbce osmotycznej w roztworze miodu o stężeniu 55-60° Brix.

WYKORZYSTANIE PROZDROWOTNYCH SKŁADNIKÓW OWOCÓW

Antocyjany stanowią największą i najważniejszą grupę naturalnych barwników rozpuszczalnych w wodzie. Ich bogatym źródłem są owoce *Garcinia indica* Choisy (kokum) [17]. Prozdrowotne właściwości owoców kokum są wykorzystywane w leczeniu biegunki, dyzenterii (czerwonki), zapaleniach skóry, chorobach serca. Wykazują skuteczność jako przeciwutleniacz, środek zakwaszający i pobudzający apetyt, pomagają w terapii nowotworów, posiadają właściwości redukujące tłuszcz w organizmie człowieka [23, 35]. Ekstrakt pozyskany z tego surowca posłużył do stworzenia nowego produktu żywnościowego – cukierków ze skórki arbuza. Usunięto zielony naskórek, kostki blanszowano, odwadniano w roztworze sacharozy z dodatkiem ekstraktu z antocyjanów, a następnie suszono i obtaczano w cukrze. Produkt spotkał się z wysoką akceptacją produktu pod względem konsystencji, smaku i wyglądu. Wykazywał stabilność przez 90 dni przy przechowywaniu w warunkach otoczenia (75% wilgotności) w folii LDPE i PET/LDPE [4].

Kolejnym cennym źródłem antocyjanów są owoce borówki. Mają korzystny wpływ na układ sercowo-naczyniowy oraz zmniejszenie stanu zapalnego u osób cierpiących na zespół metaboliczny.

Wytłoki powstałe w wyniku produkcji soku z borówki są cennym źródłem błonnika pokarmowego [3]. Również pozostałe owoce jagodowe, tj. jeżyny, porzeczki, aronia, żurawina, maliny i truskawki zawierają znaczne ilości przeciwutleniaczy reprezentowanych przez witaminę C oraz związki polifenolowe [14, 36]. Jurkiewicz i wsp. [16] wyprodukowali ciastka ze starych odmian pszenicy wzbogacone wytłokami (10-30%) z truskawek, malin, aronii, czarnej porzeczki i jabłek. Zaobserwowano lepszą jakość ciastek z dodatkiem wytłoków z truskawek, malin i czarnej porzeczki. Ciastka charakteryzowały się dobrymi parametrami przechowywalniczymi, tj. niską aktywnością wody i wilgotnością. Dodatek wytłoków podnosił aktywność antyoksydacyjną, a także wpływał na wzmocnienie walorów sensorycznych i prozdrowotnych ciastek.

Gunathilake i wsp. [13] stworzyli kardio-protekcynny napój funkcjonalny, który zawierał w swoim składzie sok

z jabłek, borówek i żurawin oraz wodny ekstrakt z imbiru, wybrane aminokwasy, witaminy i związki mineralne. Ocena sensoryczna wykazała, że fortyfikacja wybranymi składnikami funkcjonalnymi przy poziomie 10% zalecanego dziennego spożycia (RDI) nie miała wpływu na cechy sensoryczne napoju.

Rożek i wsp. [29, 30] wykazali możliwość wzbogacania tkanki świeżych owoców i warzyw związkami fenolowymi pozyskanymi z winogron. Bellary i Rastogi [5] w swoich badaniach stosowali roztwór sacharozy (0-50%) jako sposób wprowadzenia kurkuminoidów do plasterów kokosowych.

Banany wykazują wysoki potencjał antyoksydacyjny mający działanie przeciwnowotworowe. Zawierają również potas korzystny dla mięśni, żelazo korzystne w regulacji ciśnienia krwi, serotoninę pomagającą przezwyciężyć lub zapobiegać depresji, a także związki przeciwutleniające. Badacze donoszą, że zmniejszają ryzyko chorób neurodegeneracyjnych, hamują procesy starzenia, zmniejszają ryzyko występowania chorób zwyrodnieniowych, jak również poprawiają wrażliwość na insulinę i mają działanie hipocholesterolemiczne [32]. Wykorzystując prozdrowotne właściwości tych owoców opracowano technologię produkcji smażonych bananów w kształcie krążków o średnicy 2 cm i grubości 2 mm. Kawalki owoców smażono w temperaturze 160°C przez 5 min w oleju słonecznikowym. Zaobserwowano, że wcześniejsza obróbka osmotyczna w 45°Brix roztworze sacharozy i 1, 5% roztworze NaCl przyczyniła się do znacznie mniejszej zawartości tłuszczu i wilgoci w końcowym produkcie, niż w przypadku bananów nie poddanych odwadnianiu [28]. Odwadnianie osmotyczne przeprowadzone przed smażeniem częściowo wyeliminowuje część wody zawartej w żywności, zmniejsza absorpcję oleju, zmiany koloru, jak również struktury frytek podczas późniejszego smażenia w głębokim tłuszczu [18].

PROBLEM ZAGOSPODAROWANIA ZUŻYTYCH ROZTWORÓW OSMOTYCZNYCH

Przy rozpatrywaniu procesu odwadniania osmotycznego pojawia się problem zagospodarowania użytych w procesie roztworów osmoaktywnych. Zużyte roztwory stanowią odpad, który należałoby odprowadzić do ścieków, jednak wcześniej muszą być oczyszczone ze względu na zbyt wysoką wartość BZT₅ (biochemiczne zapotrzebowanie tlenu). Są one zanieczyszczone dużą ilością węglowodanów, jak również pozostałościami materiału poddawanego obróbce. Z tego względu niezwykle istotne jest opracowanie technik umożliwiających powtórne zagospodarowanie zużytych roztworów osmotycznych, tym samym oszczędzając miliardy litrów wody potrzebnych do rozcieńczania i obniżając koszty związane z obróbką ścieków, jak również przeciwdziałając zanieczyszczeniu środowiska i emisji gazów cieplarnianych [33]. Zwiększenie zawartości składników organicznych, służących jako substrat do wzrostu drobnoustrojów skutkuje tym, że syropy nie mają odpowiedniej czystości mikrobiologicznej [9]. W celu jej zapewnienia Kucner i wsp. [19] prowadzili badania, z których wynika, że obróbka termiczna syropu w 100°C przez 40 s jest najbardziej optymalna z punktu widzenia retencji polifenoli oraz jakości mikrobiologicznej.

Kolejnym aspektem ukazującym problem zagospodarowania zużytych roztworów osmotycznych jest zmiana właściwości tych roztworów w wyniku procesu, tj. pH, aktywności wody, lepkości. Mogłyby one mieć wpływ na kinetykę procesu przy zastosowaniu ich w kolejnym cyklu. Wielokrotne użycie roztworu koncentratu fruktooligosacharydów wiąże się z hydrolizą sacharydów, spowodowaną obecnością enzymów i kwasów przenikających z owoców do roztworu. Ponadto występują zmiany sensoryczne (głównie barwy i smaku) [9, 26]. Moraga i wsp. [21] wykazali, że zużyty roztwór może być ponownie użyty do odwadniania osmotycznego grejpfruta do maksymalnie 5 cykli osmotycznych bez konieczności zatężania roztworu. Peiro i wsp. [25] wykazali, że w wyniku odwodnienia ananasa zużyty roztwór może być wykorzystany do 15 cykli bez zatężania. Niektóre rozpuszczalne w wodzie składniki, takie jak kwas cytrynowy, pektyny i składniki mineralne, obecne w świeżych owocach mogą jednak przenikać do roztworu osmotycznego.

Jednym z popularnych trendów w przemyśle spożywczym jest traktowanie produktów ubocznych jako surowców wtórnych oraz jako składników nowych, innowacyjnych produktów. Martin-Esparza i wsp. [20] opracowali truskawkowy żel owocowy o atrakcyjnym wyglądzie, wykorzystując do tego celu zużyty wcześniej roztwór osmotyczny z dodatkiem karagenianu. Garcia i wsp. [12] badali możliwość zastosowania syropu cukrowego (sacharozy), który wcześniej został wykorzystany przy suszeniu osmo-konwekcyjnym owoców mango, do produkcji wina. Zaobserwowali oni, że otrzymany produkt był dobrej jakości, nie różnił się w sposób znaczący od wina handlowego i był akceptowalny przez konsumentów. Roztwory osmotyczne mogą być również stosowane jako dodatki do dżemów, syropy do konserw owocowych oraz surowce do produkcji napojów owocowych i naturalnych aromatów [9]. Kolejnym rozwiązaniem problemu zagospodarowania jest przekształcenie syropów cukrowych w koncentraty fruktooligosacharydów [1] oraz przeprowadzenie procesu karbonizacji hydrotermicznej. Prowadzono liczne badania dotyczące ekstrakcji zużytych roztworów osmotycznych powstałych przy odwadnianiu borówki. Stosowano różne metody, aby wyekstrahować antocyjany i polifenole, m.in. wykorzystując CO₂ w stanie nadkrytycznym i wodę pod obniżonym ciśnieniem oraz etanol, kwas cytrynowy, SO₂ i enzymy. Niemniej jednak żadna z tych prób nie zakończyła się sukcesem [33]. Recykling zużytych roztworów osmotycznych jest zastrzeżony w postaci patentów [27].

PODSUMOWANIE

Tworzenie nowych produktów spożywczych odpowiadających na potrzeby konsumentów, przy jednoczesnym uwzględnieniu uwarunkowań przemysłu spożywczego może zostać zrealizowane dzięki zastosowaniu procesu odwadniania osmotycznego. Równocześnie warto wziąć pod uwagę bogactwo związków występujących w owocach, które oddziałują korzystnie na prawidłowe funkcjonowanie organizmu ludzkiego. Połączenie świata natury z odpowiednio zaprojektowanym przetwórstwem żywności może stanowić potencjał do zmian i ciągłego udoskonalania rynku produktów żywnościowych.

LITERATURA

- [1] **AACHARY A. A., S. G. PRAPULLA. 2009.** "Value addition to spent osmotic sugar solution (SOS) by enzymatic conversion to fructooligosaccharides (FOS), a low calorie prebiotic". *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10: 284-288.
- [2] **ASTYK S. 2009.** "Dehydration". In: *Independence Days: A Guide to Sustainable Food Storage & Preservation* (ed. S. Astyk). New Society Publishers, Canada: 177-190.
- [3] **AURA A. M., U. HOLOPAINEN-MANTILA, J. SIBAKOV, T. KOSSO, M. MOKKILA, P. KAISA. 2015.** "Bilberry and bilberry press cake as sources of dietary fibre". *Food & Nutrition Research* 59: 28367.
- [4] **BELLARY A. N., A.R. INDIRAMMA, M. PRAKASH, R. BASKARAN, N. K. RASTOGI. 2016.** "Anthocyanin infused watermelon rind and its stability during storage". *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 33: 554-562.
- [5] **BELLARY A. N., N. K. RASTOGI. 2012.** "Effect of hypotonic and hypertonic solutions on impregnation of curcuminoids in coconut slices". *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 16: 33-40.
- [6] **BETORET E., N. BETORET, A. ARILLA, M. BENNÁR, C. BARRERA, P. CODOÑER, P. FITO. 2012.** "No invasive methodology to produce a probiotic low humid apple snack with potential effect against *Helicobacter pylori*". *Journal of Food Engineering* 110: 289-239.
- [7] **BETORET N., L. PUENTE, M. J. DIAZ, M. J. PAGAN, M. J. GARCIA, M. L. GRAS, J. MARTINEZ-MONZO, P. FITO. 2003.** "Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation". *Journal of Food Engineering* 56: 273-277.
- [8] **CHWASTEK A. 2014.** "Methods to increase the rate of mass transfer during osmotic dehydration of foods". *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 13(4): 341-350.
- [9] **DALLA ROSA M., F. GIROUX. 2001.** "Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management". *Journal of Food Engineering* 49: 223-236.
- [10] **DELGADO J. M. P. Q., M. VÁZQUEZ DA SILVA. 2014.** "Food Dehydration: Fundamentals, Modelling and Applications". In: *Transport Phenomena and Drying of Solids and Particulate Materials* (eds. J. M. P. Q. Delago, A. G. Barbosa de Lima). Springer-Verlage, New York: 69-94.
- [11] **DURRANI A. M., S. VERMA. 2011.** "Preparation and Quality evaluation of honey Amla Murabba". *Journal of Industrial Research & Technology* 1(1): 40-45.
- [12] **GARCIA A. S., J. PARK, H. JEONG, Y. PARK, K. CHUNG, J. LEE. 2009.** "Wine production using osmotic solution from dried mango process". *Food Engineering Progress* 13: 130-137.
- [13] **GUNATHILAKE K. D. P. P., H. P. VASANTHARUPASINGHE, N. L. PITTS. 2013.** "Formulation and characterization of a bioactive-enriched fruit beverage designed for cardio-protection". *Food Research International* 52: 535-541.
- [14] **HÄKKINEN S., M. HEINONEN, S. KÄRENLAMPI, H. MYKKÄNEN, J. RUUSKANEN, R. TÖRRÖNEN. 1999.** "Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries". *Food Research International* 32(5): 345-353.
- [15] **HAMAN J., R. HOŁOWNICKI, R. MICHAŁEK, J. ŻMUDA. 2012.** "Misja nauk rolniczych w rozwoju polskiego sektora rolno-spożywczego". *Inżynieria Rolnicza* 4(139): 465-483.
- [16] **JURKIEWICZ P., A. SZLACHTOWICZ, N. WDO-
WIAK. 2016.** "Sensory analysis as a tool in the design of innovative food product of the biscuit industry". *Product & Process Management. Environmental Focus*, Poznań, 11-12 May 2016.
- [17] **KRISHNAMURTHY N., Y. S. LEWIS, B. RAVIN-
DRANATH. 1982.** "Chemical constituents of kokum fruit rind". *Journal of Food Science and Technology* 19: 97-100.
- [18] **KROKIDA M.K. V., OREOPOULOU, Z. B. MA-
ROULIS, D. MARINOS KOURIS 2001.** "Effect of osmotic dehydration pretreatment on quality of French fries". *Journal of Food Engineering* 49: 339-345.
- [19] **KUCNER A., A. PAPIEWSKA, R. KLEWICKI, M. SÓJKA, E. KLEWICKA. 2014.** "Influence of thermal treatment on the stability of phenolic compounds and the microbiological quality of sucrose solution following osmotic dehydration of highbush blueberry fruits". *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 13(1): 79-88.
- [20] **MARTÍN-ESPARZA M. E., I. ESCRICHE, L. PENAGOS, N. MARTÍNEZ-NAVARRETE. 2008.** "Quality stability assessment of a strawberry-gel product during storage". *Journal of Food Engineering* 34: 204-223.
- [21] **MORAGA M.J., G. MORAGA, M. N. NAVARRETE. 2011.** "Effect of the reuse of the osmotic solution on the stability of osmo-dehydrated grapefruit". *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 44: 35-41.
- [22] **MORAWICKI R. O. 2012.** *Handbook of Sustainability for the Food Sciences* (ed. R. O. Morawicki), John Wiley & Sons, USA: 3-21, 189-245, 343-360.
- [23] **NAYAKA I RASTOGI. 2010.** "Effect of selected additives on microencapsulation of anthocyanin by spray drying". *Drying Technology* 28(12): 1396-1404.
- [24] **OGONEK A., A. LENART, I. SJÖHOLM. 2005.** "Wpływ wielkości truskawek na wymianę masy w czasie odwadniania osmotycznego". *Inżynieria Rolnicza*, 9(69): 241-246.
- [25] **PEIRO M.R., M.M. CAMACHO, M.N. NAVARRETE. 2007.** "Compositional and physicochemical changes associated to successive osmodehydration

- cycles of pineapple (*Ananas comosus*)". *Journal of Food Engineering* 79: 842-849.
- [26] **PIASECKA E., M. UCZCIWEK, R. KLEWICKI. 2009.** „Odwadnianie osmotyczne owoców w roztworach zawierających fruktooligosacharydy”. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2(63): 138-153.
- [27] **RASTOGI N. K., K. S. M. S. RAGHAVARAO, K. NIRANJAN. 2005.** “Developments in Osmotic Dehydration”. In: *Emerging Technologies for Food Processing* (ed. Da-Wen Sun). Academic Press, India, 221-249.
- [28] **RODRIGUEZ G. C., C. L. ZULUAGA, L. F. PUERTA, L. V. RUIZ. 2013.** „Physicochemical parameters assessment in banana frying osmodeshidratado”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 11(1): 123-129.
- [29] **ROZEK A., I. ACHAERANDIO, C. GUELL, F. LOPEZ, M. FERRANDO. 2009.** “Grape phenolic impregnation by osmotic treatment, influence of osmotic agent on mass transfer and product characteristics”. *Journal of Food Engineering* 94: 59-68.
- [30] **ROZEK A., V.J. GARCIAPEREZ, F. LOPEZ, C. GUELL, M. FERRANDO. 2010.** “Infusion of grape phenolics into fruits and vegetables by osmotic treatment, phenolic stability during air drying”. *Journal of Food Engineering* 99: 142-150.
- [31] **RUIZ-LÓPEZ I. I., R. I. CASTILLO-ZAMUDIO, M. A. SALGADO-CERVANTES, G. C. RODRÍGUEZ-JIMENES, M. A. GARCÍA-ALVARADO. 2010.** “Mass Transfer Modeling During Osmotic Dehydration of Hexahedral Pineapple Slices in Limited Volume Solutions”. *Food and Bioprocess Technology* 3: 427-433.
- [32] **SINGH B., J. P. SINGH, A. KAUR, N. SINGH. 2016.** “Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review”. *Food Chemistry* 206: 1-11.
- [33] **SINGH K., L. SIVANADAN. 2014.** “Hydrothermal Carbonization of Spent Osmotic Solution (SOS) Generated from Osmotic Dehydration of Blueberries”. *Agriculture* 4: 239-259.
- [34] **SUTAR N., P. P. SUTAR. 2013.** “Developments in osmotic dehydration of fruits and vegetable-a review”. *Trends in Post Harvest Technology* 1(1): 20-36.
- [35] **SWAMI S. B., N. J. THAKOR, S.C. PATIL. 2014.** “Kokum (*Garcinia Indica*) and its Many Functional Components as Related to the Human Health: A Review”. *Journal of Food Research and Technology* 2(4): 130-142.
- [36] **SZAJDEK A., E. J. BOROWSKA. 2008.** „Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review”. *Plant Foods For Human Nutrition* 63: 147-156.
- [37] **VELICKOVA E., E. WINKELHAUSEN, S. KUZMANOVA. 2014.** “Physical and sensory properties of ready to eat apple chips produced by osmo-convective drying”. *Journal of Food Science and Technology* 51(12): 3691-3701.
- [38] **YADAV A. K., S. V. SINGH. 2012.** “Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review”. *Journal of Food Science and Technology*, doi: 10.1007/s13197-012-0659-2, opublikowany online 22.02.2012.

Dr inż. Krzysztof KUCHARCZYK
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Prof. dr hab. inż. Tadeusz TUSZYŃSKI
Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia w Krakowie
Dr inż. Tadeusz KUCHCIAK
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka w Łodzi
Dr inż. Piotr ANTKIEWICZ
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

OPIS NOWOCZESNEGO ZBIORNIKA (TANKOFERMENTORA) STOSOWANEGO DO FERMENTACJI I DOJRZEWANIA PIWA[®]

Description of the modern tank (fermentation tank) used to fermentation and maturation beer[®]

Słowa kluczowe: brzeczka piwna, tankofermentor, proces fermentacji i dojrzwiania piwa.

W większości browarów do produkcji piwa obecnie używa się tankofermentory, tzw. tanki cylindryczno-koniczne (CKT) lub unitanki. To nowoczesne zbiorniki o różnorodnej wielkości, dostosowane do zdolności wytwórczej browaru, ułatwiające proces produkcji oraz zapewniające wytwarzanie piwa w sterylnych warunkach.

Bardzo duży wpływ na cechy sensoryczne i skład chemiczny piwa ma proces fermentacji brzeczki i dojrzwianie. Na tych etapach kształtuje się ostateczny skład chemiczny i profil sensoryczny napoju. Oprócz zastosowanego szczepu drożdży, istotne znaczenie ma dobór odpowiednich parametrów technologicznych.

Połączenie nowoczesnej techniki z zastosowaniem optymalnych parametrów technologicznych procesu fermentacji i dojrzwiania, stwarza możliwość wyprodukowania piwa wysokiej jakości. Rezultatem wyboru odpowiedniej technologii produkcji piwa, jest właściwy skład komponentów lotnych oraz korzystne cechy sensoryczne.

Key words: beer wort, fermentation tank, processes of fermentation and maturation beer.

In the most of the breweries to produce beer used tankfermenters, conical-cylindrical tanks (CKT). It is a modern fermentation tank of various sizes, adapted to the capacity of the brewery to facilitate the manufacturing process and to ensure the production of beer in a sterile conditions.

A very large impact on the sensory characteristics and chemical composition of a process of fermentation and maturation of beer wort. On these stages is as the final chemical composition and sensory profile of the drink. In addition to the applied strain of yeast is essential to the selection of appropriate technological parameters.

Combining modern technology with the use of optimal technological parameters of the process of fermentation and maturation, it makes it possible to produce high-quality beer. The result of the selection of appropriate technology of beer production, the correct composition of the volatile components and favorable sensory characteristics.

WPROWADZENIE

Przez wiele stuleci stosowano w browarach drewniane kadzie fermentacyjne i kufy do leżakowania piwa. Prace nad zamkniętym tankiem cylindryczno-konicznym prowadził szwajcarski uczonec dr Leopold Nathan, który w roku 1908 opatentował w Niemczech sposób fermentacji w systemie wielkozbiornikowym [10].

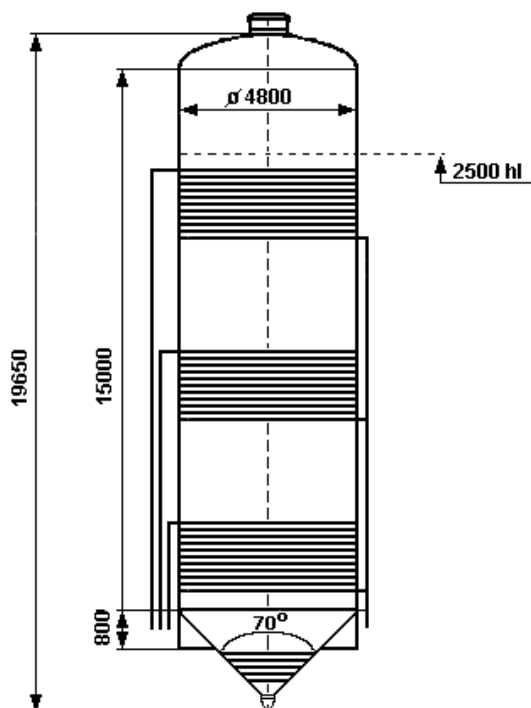
Dopiero po wielu latach wprowadzono automatyczny system mycia i dezynfekcji CIP (clean in place) i od tego czasu wzrosło zainteresowanie tym systemem fermentacji.

Obecnie prawie cały proces fermentacji brzeczki i dojrzwiania piwa w browarach przebiega w tankofermentorach zwanych unitankami lub skrótnie CKT (cylindryczno-koniczny tank, rys.1). Zasada tej metody polega na pionowym ustawieniu cylindrycznego zbiornika zakończonego u dołu

stożkiem, w którym po fermentacji głównej osiadają drożdże. Można je usunąć bez jego opróżniania co sprawia, że proces dojrzwiania piwa przebiega w tym samym tankofermentorze, przy udziale komórek drożdży pozostających jeszcze w odfermentowanej brzeczce [1, 2, 3, 4].

Głównym pozytywem fermentacji w CKT jest znacznie większe bezpieczeństwo biologiczne, skrócony czas fermentacji i dojrzwiania, mniejsze straty piwa, większa ochrona przed natlenieniem, zamknięty proces mycia i dezynfekcji (CIP), odzysk CO₂ oraz możliwość zautomatyzowanego sterowania przebiegającym procesem. Otwarte kadzie fermentacyjne nie zapewniały bezpieczeństwa mikrobiologicznego, jakkolwiek warstwa CO₂ nad fermentującym piwem uniemożliwia rozwój drobnoustrojów aerobowych, głównie niektórych szczepów drożdży i bakterii.

Unitank zbudowany jest ze stali węglowej - kwasoodpornej, typ 1.4301, o wysokiej zawartości chromu, krzemu, niklu i magnezu [9]. Pojemności tanków są różne i wahają się od kilkudziesięciu do kilkunastu tysięcy hektolitrów. Są one 3-4 razy wyższe niż wynosi ich średnica ($h = 10 - 20$ m; $d = 2,5 - 6$ m). Najważniejszą cechą tych zbiorników jest stożkowe dno o kącie rozwarcia ok. 70° . Zapewnia to skuteczne ściąganie osadzonych w części stożkowej komórek drożdży i osadów pofermentacyjnych [12, 13].



Rys. 1. Przykładowy schemat tankofermentora.
Fig. 1. Exemplary scheme of fermentation tank.

Źródło: Kucharczyk K. 1998 [7]

Source: Kucharczyk K. 1998 [7]

Celem artykułu jest prezentacja nowoczesnego zbiornika (tankofermentora) stosowanego do fermentacji i dojrzewania piwa.

OPIS TANKU CYLINDRYCZNO-STOŻKOWEGO

Tankofermentor to nowoczesny zbiornik w różnym stopniu zautomatyzowany i najczęściej sterowany programem komputerowym (rys. 2), służący do fermentacji, dojrzewania i leżakowania piwa.

Tankofermentor ma kształt cylindryczny, z dnem stożkowym, przykryty jest wyobloną pokrywą.

W praktyce przemysłowej stosunek wysokości zbiorników do ich średnicy zawiera się najczęściej w zakresie 3:1 do 6:1, a kąt stożka nie powinien przekraczać 70° [11, 14].

Zbiorniki mogą być posadowione na odpowiednich wspornikach lub pierścieniach nośnych. Tanki o większych pojemnościach ustawione są wyłącznie na pierścieniu. Ustawienie tanków może być następujące [6]:

- całkowicie na powierzchni podłoża bez obudowy ściągami (wolnostojące),

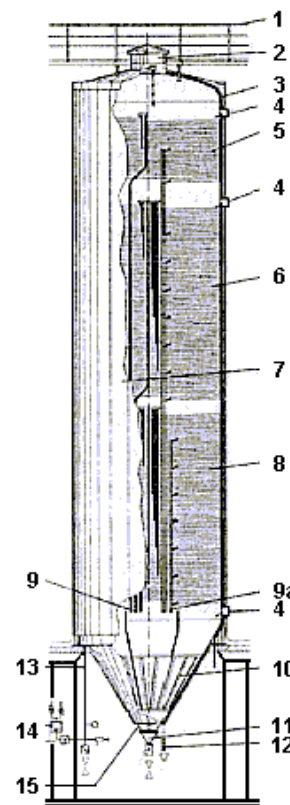
- zabudowana tylko część stożkowa tanku,
- cały tank w budynku (małe tanki).

Wskazane jest obudowanie tanków ze względu na izolację cieplną, estetykę i inne wymagania.

Decyzja o tym, który wariant budowy zostanie wybrany, powinna zapaść po głębokim rozważeniu wszystkich wchodzących w grę argumentów. Na rzecz tanków wolnostojących, przemawia możliwość indywidualnego regulowania temperatury w każdym zbiorniku z osobna, oraz brak oddziaływania temperatury jednego tanku na drugi.

Tanki wolnostojące wymagają jednak lepszej izolacji z uwagi na większe straty ciepła [9].

Ważny jest także sposób polerowania wewnętrznej części tankofermentora, zwłaszcza stożka. Gładkość powierzchni ocenia się przez pomiar amplitudy nierówności, która nie powinna przekraczać $1,6 \mu\text{m}$, a należy dążyć aby była ona poniżej $0,8 \mu\text{m}$. Wynikają jednak z tego dodatkowe koszty.



Rys. 2. Tank cylindryczno – stożkowy.

1. pomost obsługi, 2. kopuła tanku z armaturą, 3. kable i rura odwadniająca w warstwie izolacyjnej, 4. czujnik termometru, 5. mała strefa chłodzenia dla leżakowania, 6-8. strefy chłodzenia fermentacji głównej, 7. izolacja, 9. przewody ciepłego amoniaku, 9a. odprowadzenie par amoniaku, 10. strefa chłodzenia stożka, 11. króciec spustowy stożka i zamknięcie wjazdu, 12. kurek probierczy, 13. przewody łączące z kopułą (CO_2 , odpowietrzanie, CIP), 14. zawór czopujący, 15. sonda poziomu zawartości tanku.

Fig. 2. The cylindrical-conical tank.

Źródło: Kunze W. 1999 [9]

Source: Kunze W. 1999 [9]

Duża gładkość powierzchni ważna jest szczególnie w części stożkowej tanku, aby zapobiec nadmiernemu osadzeniu się drobnoustrojów zakażających fermentację i przede wszystkim umożliwić łatwą sedimentację gęstwy drożdżowej oraz odprowadzenie po zakończonej fermentacji. Należy pamiętać, że komórki bakterii i drożdży dzikich są mniejsze od komórek drożdży piwnych i mogą osadzić się w zagłębieniach źle oszlifowanej powierzchni tanku i stanowić źródło stałej infekcji. Z tego względu wnętrze tanku powinno być co pewien czas dokładnie badane na obecność drobnoustrojów zakażających piwo, aby w razie potrzeby zastosować specjalny, dezynfekujący program mycia [9].

Wizualna kontrola procesu w tanku cylindryczno-stożkowym jest dla piwowara niedostępna. Tym ważniejsza jest więc rola urządzeń pomiarowych, za pomocą których można kontrolować procesy, aby odpowiednio wpływać na ich przebieg. Do urządzeń takich należą [5]:

- termometry (czujniki temperatury),
- wskaźniki stanu napełnienia,
- wskaźniki ciśnienia,
- czujniki (sondy) minimalnego i maksymalnego poziomu cieczy w tanku,
- króćce do pobierania próbek.

Do regulacji temperatury służą płaszcze chłodzące wypełnione odpowiednim czynnikiem chłodzącym, zlokalizowane częściowo w części cylindrycznej jak i stożkowej tankofermentora [5].

Podczas procesu fermentacji powstaje ciepło, które należy odprowadzić. Ponadto w okresie zimnego leżakowania, piwo powinno być schłodzone do temperatury od 0 do -1°C. Na ilość ciepła, które trzeba odprowadzić, składa się:

- ciepło powstające podczas fermentacji,
- ciepło, które trzeba odprowadzić przy chłodzeniu piwa do temperatury leżakowania,
- ciepło przenikające z otoczenia.

Przenoszenie ciepła zachodzi za pośrednictwem segmentów rur i różnych form płaszczy chłodzących. Instalacje muszą być tak skonstruowane, aby na danym odcinku jak największa powierzchnia ścian tanku była poddawana chłodzeniu. Przy chłodzeniu systemem bezpośredniego odparowania, powierzchnie chłodzenia tanku podlegają obowiązkowej kontroli, gdyż ciśnienie par czynnika chłodzącego może okresowo dochodzić do 11,6 bar [9].

Przy wysokich zbiornikach fermentacyjnych nie można rezygnować z chłodzenia części stożkowej tankofermentora. Podwyższona temperatura, występująca w tej części zbiornika, może powodować niekorzystne zmiany, m.in. autolizę drożdży z dalszymi tego konsekwencjami [14].

W celu ochrony przed wpływem wysokich i niskich temperatur otoczenia, wolnostojące tanki powinny być dobrze zaizolowane. Te ustawione w budynku, także wymagają indywidualnego chłodzenia. Jako materiał izolacyjny stosuje się najczęściej twardą piankę poliuretanową, którą nakłada się w warstwach o grubości 100 do 150 milimetrów. Izolacja jest od zewnątrz chroniona blachą aluminiową lub ze stali nierdzewnej. Twarda pianka poliuretanowa ma bardzo dobre właściwości izolujące, tak że nawet bardzo niskie tempe-

ratury otoczenia nie mają wpływu na temperaturę procesów w tanku [9]. W trakcie procesów fermentacji i dojrzewania piwa, należy zapewnić optymalny zakres temperatur a więc także odpowiednie chłodzenie.

Procesem fermentacji można kierować poprzez:

- sterowanie ręczne jako forma najprostsza,
- sterowanie półautomatyczne z zaprogramowanymi temperaturami,
- pełną automatykę sterowania procesem w zależności od temperatury, czasu oraz stopnia odfermentowania.

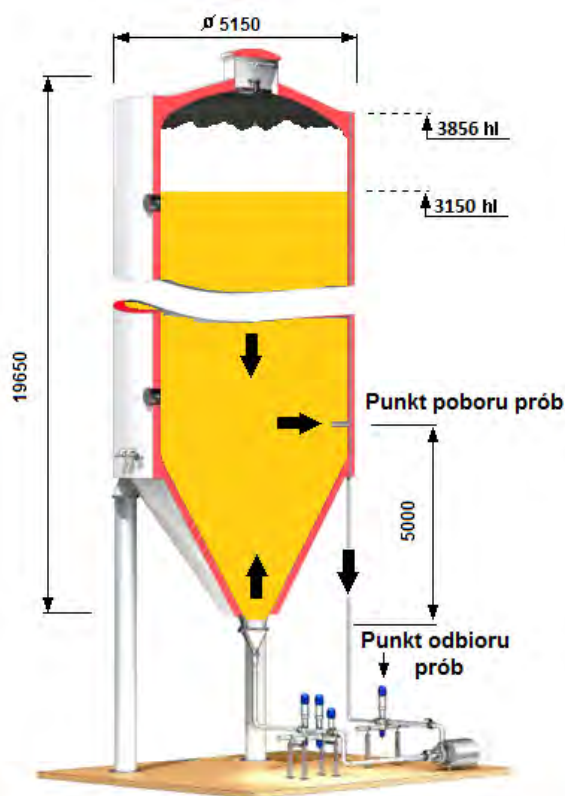
Tanki cylindryczno-stożkowe są napełniane i opróżniane od dołu. Muszą więc być łączone rurociągami doprowadzającymi brzeczkę, odprowadzającymi drożdże oraz piwo, jak również doprowadzającymi i odprowadzającymi roztwory CIP.

Ważną rzeczą jest, aby te połączenia były skonstruowane w sposób zabezpieczający przed infekcją i dostępem tlenu, bowiem kontakt piwa z powietrzem, zawsze powoduje pogorszenie jego jakości. Dla usunięcia powietrza z rurociągów piwnych, napełnia się je przed obciążeniem odgazowaną wodą. Aby łącznik łukowy nie wprowadził do rurociągu powietrza, trzeba go po podłączeniu odpowietrzyć przez kurek odpowietrzający, zainstalowany w najwyższym punkcie połączenia. Jeszcze lepszym sposobem odpowietrzania rurociągów i połączeń jest wypełnienie ich dwutlenkiem węgla, który całkowicie usuwa powietrze. W większości browarów instaluje się stałe układy rurociągów. Zawory są mechanicznie zdalnie obsługiwane przy zastosowaniu sterowania z pulpitu operatora lub komputerem. Instalacje te są droższe ale wymagają mniej licznego personelu do ich obsługi. Zawory takie są zainstalowane na każdym tanku z osobna (łączenie indywidualne), istnieją też połączenia grupowe do wszystkich tanków na jednej ramie nośnej rozgałęzionych rurociągów. Przy tym drugim wariancie duża liczba zaworów zgromadzona bywa w małej przestrzeni, co może być zaletą, ale też wadą eksploatacyjną.

Próbki piwa z tankofermentora można pobierać, przez cały czas trwania procesu produkcyjnego. Do pobierania próbek stosuje się specjalne urządzenie, wyposażone w zainstalowaną na stałe małą pompę pracującą w obiegu zamkniętym. Umożliwia to pobranie w każdej chwili próbek fermentującej breczki lub dojrzewającego piwa (rys. 3).

Punkt odbioru prób umiejscowiono pod stożkową częścią fermentora, jednak faktyczny odpływ czerpalny strumienia zlokalizowany jest nad częścią stożkową, zwykle około 5 m od dna zbiornika, w przypadku CKT o całkowitej pojemności 3856 hl. W celu uzyskania reprezentatywnej próby, pompka cyrkulacyjna pracuje podczas całego procesu technologicznego, z wyjątkiem wyłączenia jej (na około 24 godziny) przed odbiorem drożdży (końcowy etap dojrzewania w wyższej temperaturze) i osadów drożdżowych (w trakcie leżakowania).

Obieg próbobiorczy zamontowany na części cylindrycznej, tuż nad częścią stożkową, pozwala na powrót strumienia breczki, a w dalszym etapie i piwa do najniżej usytuowanej części zbiornika.



Rys. 3. Tank cylindryczno-koniczny (CKT) z zaznaczonym punktem poboru prób.

Fig. 3. Cylindrical-conical tank (CCT) with a marked point sampling.

Źródło: Kucharczyk K. 2013 [8]

Source: Kucharczyk K. 2013 [8]

Tanki cylindryczno - stożkowe, są myte systemem CIP, przez splukiwanie powierzchni roztworami myjącymi. Urządzenia myjące zaliczają się do uzbrojenia kopuły tanku [9].

Do wewnętrzznego czyszczenia CKT służą obrotowe głowice. Do dyspozycji są spryskiwacze o wydajności od 50 do 500 hl/h. Głębokość zabudowy wynosi 20 i 50 cm, w zależności od typu i wymiaru zbiornika. Szczególnie ważne jest przy tym, prawidłowe zwymiarowanie przekroju przewodu doprowadzającego ciecz myjącą [14].

PODSUMOWANIE

Browary, aby móc konkurować na rynkach światowych, są zmuszone wprowadzać nowoczesne rozwiązania technologiczne i techniczne. Głównym celem tych zmian, jest poprawa jakości piwa oraz obniżenie kosztów jego produkcji.

Większość polskich browarów w krótkim czasie wykonało i wprowadziło wiele nowych inwestycji. Często wymieniano wszystkie urządzenia: od przyjęcia słoju do nowoczesnych linii rozlewniczych. Do zmiany wyglądu browarów, w największym stopniu przyczyniła się chyba wymiana naczyń klasycznej fermentacji na nowoczesne zbiorniki cylindryczno – stożkowe, w których przebiega fermentacja, dojrzewanie i leżakowanie piwa.

Wspomniane oddziały fermentacyjne i leżakownie, zajmujące do tej pory tak ogromne przestrzenie, zostały ograniczone do zabudowy w których najczęściej znajdują się tylko stożki zbiorników.

Metoda produkcji piwa w oparciu o kształt tego zbiornika, znalazła zastosowanie począwszy od piwnych gigantów, poprzez większe, średnie i małe browary. Niepodważalnym pozytywnym fermentacji w CKT, jest bezpieczeństwo biologiczne, skrócony czas fermentacji i dojrzewania, mniejsze straty piwa, ochrona piwa przed natlenieniem, łatwość mycia i odzysku CO₂ oraz możliwość sterowania temperaturą procesu fermentacji i dojrzewania piwa.

W niedalekiej przyszłości należy oczekiwać dalszego skrócenia czasu gotowania brzeczki poprzez bezpośrednie dozowanie pary grzewczej, ale także zastosowanie ciągłych lub półciągłych procesów fermentacji i dojrzewania piwa.

LITERATURA

- [1] ANNEMULLER G., H. J. MANGER.. 2009. Gärung und Reifung des Bieres, VLB Berlin.
- [2] ANTKIEWICZ P., A. CAPIK. 2002. Nowoczesne metody fermentacji brzeczki, Wydawnictwo VII Szkoły Technologii Fermentacji, Łódź: 104–105.
- [3] BEDNARSKI W., M. NORDBERG, J. TOMASIK. 1997. „Nowe możliwości technologiczne w redukcji zawartości dwuacetylu w piwie”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 1: 13-15.
- [4] BRUDZYŃSKI A. 1995. „Fermentacja w tankach cylindryczno-stożkowych”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 10: 7-8.
- [5] HOUGH J., D. BRIGGS, R. STEVENS, T. YOUNG. 1982. Malting and Brewing Science - Volume 2 Hopped Wort and Beer, An Aspen Publication.
- [6] JEŻ B. 1998. „Jednofazowa produkcja piwa”. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 12: 6-8.
- [7] KUCHARCZYK K. 1998. Fermentacja brzeczki piwnej i propagacja drożdży. Praca dyplomowa wykonana w Technikum Przemysłu Browarniczego w Tychach.
- [8] KUCHARCZYK K. 2013. Wpływ fermentacji i dojrzewania piwa w tankofermentorach na zawartość aldehydu octowego i innych komponentów lotnych. Praca doktorska wykonana w Katedrze Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie: 62-63.
- [9] KUNZE W. 1999. Technology Brewing and Malting, VLB Berlin.
- [10] NATHAN L. 1930. “Improvements in the fermentation and maturation of beers”. Journal of the Institute of Brewing 36: 538-544.
- [11] SMAGOŃ W. 1995. Opis i produkcja piwa w tankofermentorach. Praca dyplomowa wykonana w Technikum Przemysłu Browarniczego w Tychach.
- [12] SPEERS R., S. STOKES. 2009. „Effects of vessel geometry, fermenting volume and yeast repitching on fermenting beer”. Journal of the Institute of Brewing 115: 148-150.
- [13] UNTERSTEIN K. 1992. Cylindroconical fermenting tanks. Brauwelt: 132, 1280-1282, 1284-1286.
- [14] VERLOG H. C. 1995. Handbuch der Brauerei – Praxis, VLB Berlin.

Dr hab. inż. Bronisław SŁOWIŃSKI, Prof. PK
Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ
Katedra Inżynierii Produkcji
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Koszalińska

SYSTEMOWE DETERMINANTY WYNALAZCZOŚCI W PRZEMYŚLE PRODUKCJI ŻYWNOSCI®

Systems determinants of the invention in the food of processing industry®

Słowa kluczowe: wynalazczość, uwarunkowania, bariery innowacyjności, ujęcie systemowe.

W artykule została przeprowadzona systemowa analiza czynników wpływających na działania w zakresie szeroko pojęwanego pojęcia wynalazczości, zwłaszcza w zakresie przemysłu produkcji żywności. Rozważania są jednak szersze i dotyczą uogólnionej odpowiedzi na pytanie, jakie czynniki decydują o tym, że jedni wynalazcy wykazują wyższą niż inni skuteczność w tworzeniu wynalazków o znaczeniu komercyjnym? W tym aspekcie przedstawiono systemowy model czynników determinujących te działania.

Key words: invention, conditioning, barriers of the innovation, system presentation.

A conducted system analysis of factors of inventions influencing action in the scope stayed in the article, especially in the industry of the manufacture of foodstuffs. However deliberations are broader and concern the generalized answer to a question, what factors are deciding on the fact that ones inventors are demonstrating higher than other effectiveness in creating inventions about commercial meaning? In this aspect a system model of determinants was described this action.

WPROWADZENIE

Nie ma jednolitej, powszechnie akceptowanej definicji wynalazczości. Według Słownika j. polskiego, pod red. W. Doroszewskiego, „wynalazczość to dokonywanie wynalazków”. Synonimami słowa wynalazczość są: inwencja, pomysłowość, kreatywność, odkrywczość, pionierstwo, nowatorstwo, racjonalizatorstwo, prekursorstwo i (najczęściej obecnie stosowane) innowacyjność. Zgodnie z ideą tego stwierdzenia, wynalazczość można określić zatem jako *proces polegający na wprowadzaniu czegoś jakościowo nowego w dziedzinie życia społecznego, a zwłaszcza w sferze tworzenia nowych rzeczy, technologii, organizacji pracy, zarządzania lub marketingu*. Wszystkie wymienione wykładnie tego pojęcia są w tym artykule traktowane jako równoprawne.

Przemysł produkcji żywności jest pod wieloma względami wyjątkowym sektorem gospodarki każdego kraju, co wynika głównie z jego podstawowej funkcji dostarczania ludności gotowych produktów rolno-spożywczych. Zajmuje on wysoką pozycję w zakresie zatrudnienia, obrotów, wartości dodanej i inwestycji [10]. Już 200 lat temu S. Staszic pisał: „rolnictwo stwarza przemysł, a wzrost przemysłu doskonali rolnictwo”. Nadal aktualny jest również inny jego pogląd „Umiejętności dopotąd są jeszcze próżnym wynalazkiem, może czcym tylko rozumu wywodem, albo próżniactwa zabawą, dopokąd nie są zastosowane do użytku narodów” [26].

Podstawowymi czynnikami sprawczymi rozwoju przemysłu produkcji żywności (jak w nomenklaturze Komisji Europejskiej nazywany jest przemysł spożywczy), identycznie jak w innych gałęziach gospodarki, są postępy wiedzy

i związana z nią wynalazczość. W większości analiz poświęconych zagadnieniu kreacji wynalazków daje się jednak zauważyć brak pewnego metodologicznego uporządkowania. Systemowy model wynalazczości może pomóc wprowadzić porządek w myśleniu i ułatwić analizę czynnikową. Niektóre jej aspekty o charakterze systemowo-metodologicznym przedstawione zostały w niniejszym artykule, kończącym tematyczny cykl publikacji autorów, poświęconych omawianemu zagadnieniu, zamieszczanych we wcześniejszych, kolejnych numerach tego czasopisma [22, 23, 24].

Z historycznego punktu widzenia, przetwórstwo żywności wiąże się z przetwórstwem produktów rolnych. Skutkowało to w przeszłości mniejszym zainteresowaniem wprowadzania nowych rozwiązań przez podmioty produkujące artykuły spożywcze. Pod koniec lat osiemdziesiątych XX w. nastąpiły gruntowne przekształcenia i modernizacja przedsiębiorstw produkcji żywności. Był to okres, w którym po zmianach ustrojowych dokonywała się transformacja polskiej gospodarki, a jednostki gospodarcze przygotowywały się do funkcjonowania na rynku państw członkowskich [8]. Obecnie przedsiębiorstwa z tego sektora funkcjonują w warunkach znacznie zwiększonej konkurencji, zarówno na krajowym, jak i międzynarodowym rynku. Wymaga to poprawy produktywności, a w konsekwencji podejmowania działań innowacyjnych, pozwalających na uzyskanie przewagi konkurencyjnej w dłuższej perspektywie [10]. Twierdzi się bowiem (i nie bez racji), że: konkurencja, konkurencyjność, pozycja konkurencyjna i międzynarodowa zdolność konkurencyjna przedsiębiorstw zaliczane są do najważniejszych kategorii ekonomicznych. Dzięki konkurencyjności

przedsiębiorstwa podnoszą bowiem zdolność do stwarzania i podtrzymywania możliwości osiągania wyższej wartości dodanej, co prowadzi do osiągania przez społeczeństwo większego dobrobytu. Pozycję konkurencyjną przedsiębiorstw wyznacza potencjał gospodarczy kraju, czyli położenie geopolityczne, zasoby siły roboczej, zasoby kapitałowe i technologiczne [8].

Przedsiębiorstwom przemysłu produkcji żywności jest coraz trudniej utrzymać przewagę konkurencyjną, opierając się wyłącznie na wysokiej jakości i niskiej cenie produktów. Prędzej czy później, przedsiębiorstwa działające w ramach tego sektora, w większym niż dotychczas stopniu będą musiały sięgnąć do różnego rodzaju nowatorskich rozwiązań, ponieważ Polska inspiruje do grona krajów, w których biznes buduje się nie na taniej sile roboczej, ale na wynalazczości [28]. To, co wyróżnia i nadaje określoną specyfikę przemysłowi produkcji żywności, tkwi głównie w rodzaju przetwarzanych surowców i wymogach odnoszących się do produktów spożywczych i paszowych, znajduje tylko niewielkie odzwierciedlenie w szeroko rozumianej problematyce wynalazczości.

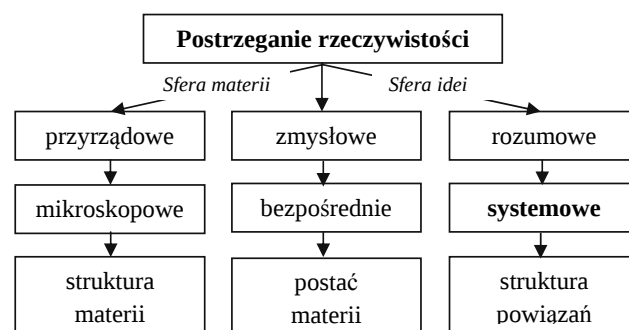
Na działalność wynalazczą wpływ mają różnego rodzaju determinanty, które często określane są zamiennie, jako: uwarunkowania, bodźce, stymulatory, bądź impulsy. Najczęściej determinanty rozumiane są jako czynniki powodujące określone działania. Zamiarem autorów jest przedstawienie tych czynników w ujęciu systemowym, a to dlatego, że poszczególne jej problemy można właściwie oszacować dopiero wtedy, gdy istnieje obszerny, całościowy szkielet orientacyjny, w którym te determinanty dadzą się umieścić. Innowacja jest bowiem „ze swojej natury zjawiskiem systemowym, ponieważ jest rezultatem ciągłych interakcji między różnymi podmiotami i organizacjami” [3].

Celem artykułu jest przedstawienie systemowych determinantów wynalazczości w przemyśle produkcji żywności.

ISTOTA UJĘCIA SYSTEMOWEGO

Metoda abstrakcji, podejście prognostyczne oraz *ujęcie systemowe* to podstawa współczesnej teorii poznania [2]. Przez ujęcie systemowe rozumie się najczęściej „sposób myślenia, sposób rozwiązywania problemu lub sposób postępowania” [6]. Polega ona na posługiwaniu się pojęciem „systemu”. *System* jest abstraktem, czyli modelem myślowym, zbudowanym w celu badania zależności strukturalnych. Najczęściej określa się go jako „zbiór tworzący pewną całość, uwarunkowaną stałym, logicznym uporządkowaniem jego części składowych oraz współzależnością i współprzyczynianiem się tych elementów do realizacji celu istnienia systemu” [12].

Istotą ujęcia systemowego nie są jednak same systemy ale systemowość, (strukturalność). Minimalnym postulatem systemowości jest uporządkowanie jakiegoś zbioru elementów [16]. To zaś oznacza sposób (perspektywę) postrzegania rzeczywistości poprzez sieć powiązań elementów w zbiorze. Jest to postrzeganie oparte na logice, dotyczące głównie sfery idei. Każda perspektywa daje bowiem inny obraz – rys. 1 [23].



Rys. 1. Perspektywy postrzegania rzeczywistości.

Fig. 1. Prospects of perceiving reality.

Źródło: Słowiński B., Dutkiewicz D. 2015 [23]

Source: Słowiński B., Dutkiewicz D. 2015 [23]

Ujęcie systemowe służy przede wszystkim jako instrument opisu, który najróżnorodniejsze perspektywy poznawcze sprowadza do jednego wspólnego mianownika. Ten wspólny mianownik tworzą formalne kategorie modelowania, precyzowane przez teorię systemów, która pomaga różnorodne obszary rzeczywistości opisać w tym samym języku i przez to odnosić wzajemnie do siebie [6].

Paradygmat systemowy, obejmując różne dziedziny ludzkiej aktywności, narzuca potrzebę takiego podejścia dla zwiększenia efektywności pracy specjalistów rozumiejących problem i siebie nawzajem [16]. Jest ono potrzebne głównie tam, gdzie [12]:

- 1) istotne są problemy decyzyjne a nie poznawcze,
- 2) występuje wiele nierozdzielnych czynników,
- 3) istnieje potrzeba globalnego spojrzenia na zagadnienie.

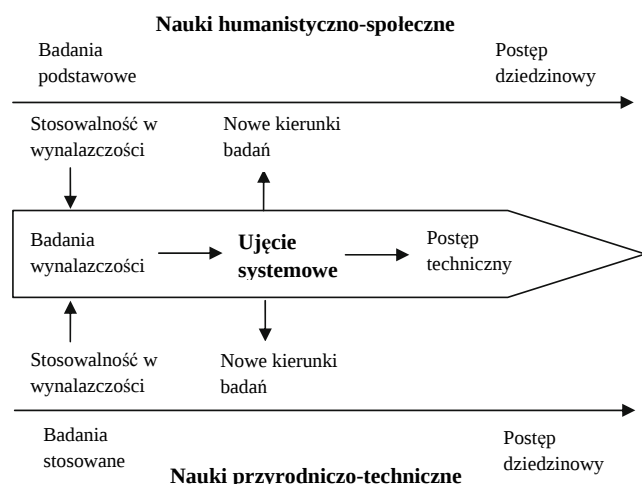
W artykule proponuje się ujęcie systemowe, gdyż, jak podaje J. Rosnay [20], prowadzi ono do trzech ważnych aspektów:

- *służy transmisji wiedzy*, ponieważ dostarcza konceptualnego układu odniesienia, który pomaga w zorganizowaniu wiedzy w miarę jej zdobywania, ułatwia jej zapamiętanie i przekazywanie (*cel poznawczy*),
- *pomaga w działaniu*, ponieważ pozwala wyodrębnić zasady ułatwiające zrozumienie złożoności, pozwala usytuować i zhierarchizować elementy, na których opierają się decyzje (*cel metodyczny*),
- *sprzyja twórczości*, ponieważ katalizuje wyobraźnię, mobilizuje siły twórcze, inwencję. Jest nośnikiem myślenia wynalazczego (*cel użyteczny*).

Ujęcie systemowe nosi w sobie zatem znamiona odpowiedzi na trzy ważne cele działalności poznawczej człowieka. Rodzaj tych celów zaznaczono przy danym aspekcie, przy czym, ze względu na tematykę analizowaną w artykule, najbardziej istotny jest ten trzeci aspekt. Z tego tytułu, m.in. warto jest popularyzacji.

W ujęciu systemowym pożądane jest wszystko to, co prowadzi do likwidowania przegródek między dyscyplinami wiedzy i odblokowuje wyobraźnię. Przykład powiązania systemowego między różnymi dyscyplinami wiedzy pokazano na rys. 2. Wskazuje ono na fakt, że redukcja pojęcia wynalazczości tylko do nauk przyrodniczo-technicznych

nie jest właściwe. Multidyscyplinarność staje się bowiem dla wynalazczości warunkiem istnienia.



Rys. 2. Systemowe powiązania między różnymi dyscyplinami wiedzy.

Fig. 2. System links between different disciplines of the knowledge.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Według M. Mazura [12], ujęcie systemowe jest warte stosowania, ponieważ:

- ❖ *jako formalny opis uniemożliwia dowolności interpretacyjne w toku rozwiązywania problemu.* Swoboda interpretacyjna istnieje tylko na początku, przy stawianiu założeń, tj. przy ustalaniu, co jest nadsystemem, z jakich podsystemów składa się dany system oraz jakie między nimi występują oddziaływania,
- ❖ *jako uporządkowany opis umożliwia znajdowanie wszelkich możliwości według jednolitych kryteriów.* Pod tym względem ma ono przewagę nad metodami empirycznymi, wymagającymi mozolnego gromadzenia szczegółów, nie dającymi nigdy pewności, czy wszystko zostało uwzględnione,
- ❖ *jako strukturalny opis odznacza się przejrzystością,* dzięki możliwości stosowania schematów cybernetycznych, dających się rozpatrywać w całości lub w dowolnej kolejności szczegółów, w odróżnieniu np. od

kolejnego odczytywania wyrazów opisowego tekstu literackiego,

- ❖ *jako modelowy opis odznacza się zwięzłością,* stosując funkcjonalny model „czarnej skrzynki” często treść wymagająca wielostronicowych opisów daje się wyrazić za pomocą jednego, małego schematu.

MODEL SYSTEMOWY WYNALAZCZOŚCI

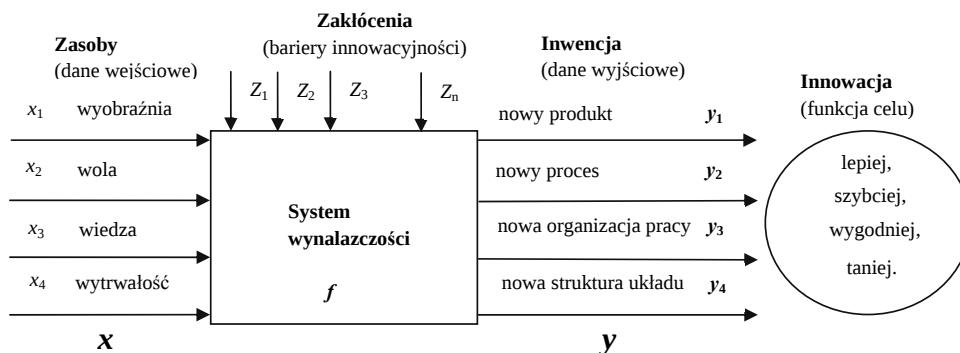
Wykorzystując ostatni aspekt z powyższych zalet, na rys. 3 przedstawiono koncepcję systemu wynalazczości w postaci czarnej skrzynki.

Model „czarnej skrzynki” stosuje się wówczas, jeżeli nie można danego zagadnienia przedstawić w postaci algorytmu [6]. System jest więc realizacją na iloczynnie wejść i wyjść. Wejście jest zbiorem wartości x_j , a wyjście zbiorem wartości y_j . W pojęciach wejście (x) i wyjście (y) z systemu zawarte jest domniemanie o związku przyczynowo-skutkowym (f) między tymi wielkościami. Koncepcja ta opisuje ludzki system działaniowy, stąd na wyjściu z systemu jest oczekiwany cel działania, czyli innowacja spełniająca przynajmniej jeden z ogólnych celów działalności wynalazczej, tj. „*lepiej*”, „*szybciej*”, „*wygodniej*”, „*taniej*”. Tak więc funkcję wynalazku rozumie się w sensie przeznaczenia, czyli celu jakiego „*coś*” służy.

Na wejściu do systemu wynalazczości są zasoby, jakimi może dysponować dany wynalazca, tj.: wyobrażenia, wola, wiedza o danym zagadnieniu oraz wytrwałość w dążeniu do osiągnięcia celu. Wynalazczość trzeba więc relatywizować do jednostki. Nie są to wszystkie czynniki charakteryzujące wynalazcę, ale te (zdaniem autorów) są decydujące.

Kiedyś człowiek pełen inwencji twórczej koncentrował się głównie na tym, aby wykorzystując te swoje zasoby wymyślić nowe rozwiązanie dotyczące: produktu, procesu, organizacji pracy, bądź struktury układu. W fazie inwencji powstaje bowiem struktura i funkcja nowego systemu rzeczowego (*inwencja* = *koncipowanie techniczne*). Są one tu po raz pierwszy opisywane rysunkowo oraz przedstawiane w postaci rzeczywistego modelu lub prototypu. Współcześnie, ze względu na globalizację i nasiloną konkurencję, powinien (a raczej musi) umieć w znacznie większym stopniu pokonywać określone przeciwności z_j , zakłócające proces wynalazczy i tworzące tzw. bariery innowacyjności [9, 17, 28].

Z badań [13] wynika, że prawie 1/3 polskich przedsiębiorstw za główną barierę wprowadzania innowacji uznało niewystarczającą ilość środków finansowych (27%). Dalszą barierą była: obawa porażki innowacji, (23%), brak czasu na planowanie (17%), brak kapitału ludzkiego (10%), brak czasu na nowe inwencje (6%), nieudaną współpracę z zewnętrznymi firmami (4%), małą kreatywność pracowników (2%), konserwatyzm dostawców i odbiorców (2%).



Rys. 3. Koncepcja funkcjonalna systemu wynalazczości w postaci czarnej skrzynki.

Fig. 3. The concept of functional systems of the invention in the form of a black box.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W odniesieniu do przedsiębiorstw produkcji żywności, bariery innowacyjności nie różnią się zasadniczo od tych, które występują w przypadku innych przedsiębiorstw danego kraju. Szerokiego przeglądu tego zagadnienia w odniesieniu do przedsiębiorstw działających w Polsce, dokonali autorzy pracy [9]. Z artykułu tego wynika, że ograniczenia (bariery) działalności innowacyjnej występują na różnych etapach procesu tworzenia i wdrażania wynalazków. Autorzy identyfikują siedem takich etapów, poczynając od kapitału ludzkiego poprzez kapitał finansowy i społeczny aż do kapitału kulturowego.

Dla zakresu rozpatrywanych zagadnień (inwencja twórcza) kapitał ludzki można uznać za najbardziej istotny. To od tego kapitału zaczyna się bowiem proces inicjacji działań wynalazczych. Tworzą go ludzie trwale związani z przedsiębiorstwem, kreatywni, chętni do współpracy i posiadający odpowiednie kwalifikacje, kompetencje i motywację. Dlatego też: wyobraźnię, wiedzę, wolę i wytrwałość działania ludzi przyjęto jako dane wejściowe w modelu przedstawionym na rys. 3.

Każdy system można traktować jako przetwornik oddziaływań. Model systemu f buduje się po to, aby opisać te oddziaływania. Najlepiej więc, dla uzyskania zależności funkcyjnej $y=f(x)$, aby zmienne x oraz y były liczbami. Jest to możliwe dla systemów materialnych (np. urządzenia techniczne). Stosuje się wówczas tzw. „twardą technikę systemową”. Dla dowolnej wartości zmiennej x znana będzie zatem dokładna (liczbowa) odpowiedź w postaci wartości y . Niestety, w przypadku opisu działań człowieka tego się zrobić nie da, bowiem człowieka nie można opisać liczbą. Działanie człowieka determinowane jest poprzez trzy sterowniki: rozum (praca umysłowa), ciało (praca fizyczna) oraz serce (praca emocjonalna). Każdy z nich reaguje na inne czynniki i ma inny poziom inicjacji [7]. Można więc sterować najbardziej

złożonym urządzeniem technicznym, jakim jest np. rakieta Atlas, a człowiekiem sterować nie można.

W przypadku opisu działań człowieka ma więc zastosowanie tzw. „miękką technikę systemową”, która polega na pokazywaniu jakościowych zależności „co na co wpływa?” poprzez strzałki. Wychodzi się tu z założenia, że „lepsze coś, niż nic”.

Gdy rozważania dotyczą tylko jednego systemu, nie należy zapominać, że jest on jedynie fragmentem rzeczywistości, której cała reszta nadal przecież istnieje. Znaczący to, że wyodrębnienie jednego systemu jest równoznaczne z podziałem całej rzeczywistości na dwa systemy, z których jednym jest system rozpatrywany, drugim zaś reszta rzeczywistości, określana jako *otoczenie*. Przyjęto, że na schematach cybernetycznych nie zaznacza się otoczenia, uważając jego istnienie za oczywiste [12].

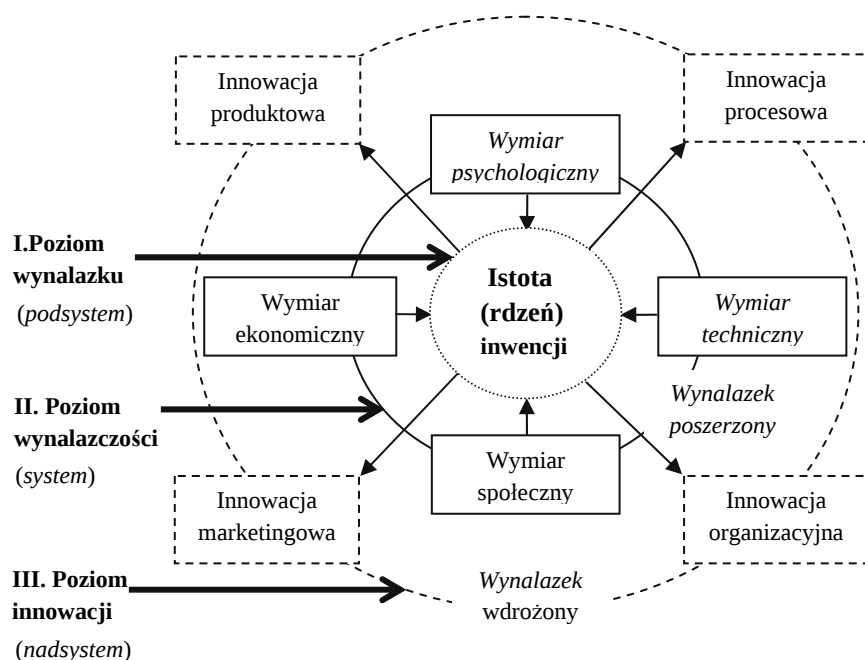
Gdy system składa się z takich elementów, które same są systemami, każdy z nich określa się jako podsystem. Ponadto, badane systemy mogą być elementami innego systemu, który wtedy określa się jako *nadsystem*. Terminologia taka ułatwia przedstawianie obiektów rzeczywistości jako hierarchicznych zbiorów [6]. Zbiory te mają określoną strukturę, która decyduje o ich zachowaniu [16].

Model systemowy (w tym przypadku wynalazczości) jest swoistym schematem, formalizującym oraz nadającym kierunek wszystkim działaniom, związanym z nowym produktem inwencji twórczej, od jego wymyślenia aż do wprowadzenia na rynek. Składa się on z określonych poziomów, tworzących strukturę systemu wynalazczego. Model taki przedstawiono na rys. 4. Można go zaliczyć do grupy *modeli fenomenologicznych*, czyli opisujących i wyjaśniających mechanizm systemu.

System wynalazczy, ze względu na udział w nim człowieka (wymiar psychologiczny), może być zaliczony do klasy układów o dynamice chaotycznej (występują niestabilności i nieregularności). Podstawową cechą nieregularności układu chaotycznego jest wrażliwość na warunki początkowe. Oznacza to, że dowolnie mała zmiana stanu początkowego prowadzi po jakimś czasie do jakościowych zmian w układzie. Efektem tego są rozbieżności stanów dynamicznych układu. W związku z tym, ilość informacji potrzebnej do określenia jego stanu w każdej następnej chwili rośnie, wzrasta też entropia układu, a tym samym jego nieprzewidywalność [21]. Wynika z tego, że zachowań systemu wynalazczego nie można opisywać algorytmami, a co najwyżej modelami fenomenologicznymi, co pokazano na rys. 3.

Sedno wynalazczości, czyli jej rdzeń, stanowi sam wynalazek, który jest wartością główną (istotą) postępowania wynalazczego. Szerszy krąg zagadnień, tworzący wynalazek poszerzony, stanowią jego aspekty (wymiary): ludzkie, techniczne, ekonomiczne i społeczne.

Strategiczny problem opisu wynalazczości polega zatem na decyzji, której



Rys. 4. Model systemowy wynalazczości.

Fig. 4. System model of the invention.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

części ma dotyczyć analiza: istoty wynalazku (najczęściej jest to opis techniczny ujęty w zgłoszeniu patentowym), czy też jego poszerzenia o zagadnienia warunkujące jego powstanie? Te drugie wpływają na szersze (systemowe) widzenie problematyki wynalazczości.

Główne zainteresowania wynalazcy koncentrują się na istocie wynalazku, ale jego możliwości realizacyjne zderzają się poprzez wymiary poszerzające istotę. Opis pierwszego aspektu został dokonany przez autorów we wcześniejszym artykule [23]. Celem niniejszego artykułu jest poszerzenie tamtego opisu o zagadnienia szersze, wskazane na rys. 4, tymi czterema wymiarami. W większości analiz poświęconych zagadnieniu kreacji wynalazków daje się zauważyć brak metodologicznego uporządkowania w tym zakresie. Sensowna analiza polega na zrównoważeniu tych dwóch przestrzeni. W rzeczywistości nie zawsze oczekuje się jednak tego zrównoważenia. Oznacza to bowiem więcej wiedzy, ale też większy „szum informacyjny”. Każdy autor sam więc określa, co się ma znaleźć w prowadzonej analizie. Zbyt mocne skoncentrowanie się na samej istocie wynalazku, nie pozostawia już miejsca na analizę różnic w lokalnych jego uwarunkowaniach. Odejszcie natomiast z opisem w kierunku tych uwarunkowań, powoduje, że analiza staje się bardzo ogólna i mało inspirująca do konkretnego rozwiązania.

Wynalazek, czy szerzej określając inwencja, jest to propozycja jeszcze nieureczywistniona. Niesie więc ze sobą tylko potencjalne efekty. Inwencja jest jedynie koncepcją, której treścią jest rozwiązanie określonego problemu technicznego. Rozwiązanie to jest przedstawione w formie konstrukcji logicznej, wskazującej możliwości jego urzeczywistnienia w przedmiotach materialnych, abstrahując od cech nieistotnych. Wynalazek jest zatem modelem logicznym wszystkich realnych obiektów, w których może się przejawiać dane rozwiązanie [4]. Ponieważ wynalazek jest pojęciem prawnym, więc musi odznaczać się określonymi cechami, nadającymi mu walor patentowalności [1].

Gdybyśmy ograniczali się w naszej analizie do zmian technicznych, można by uznać, że inwencja (jako rdzeń wynalazczości) jest zbliżona w swojej istocie do wynalazku, którego celem jest wskazanie nowego zastosowania dla określonych koncepcji technicznych. Inwencja (odkrycie), jest tu (i powinna) być rozumiana jednak szerzej, bo dotyczy nowości, wyrażanej zarówno w postaci wynalazku, jak i innych rodzajów rozwiązań podlegających ochronie (wzór użytkowy, wzór przemysłowy, czy też topografia układu scalonego).

W każdym przypadku zaistnienia tych „zdarzeń”, akt odkrycia jest zawsze umyślnym dokonaniem – „krokiem w nieznaną”, który coś umożliwia, ale i coś wykorzystuje. Ta para pojęć „inwencja” i „wynalazczość” silniej zatem podkreśla aktywność umysłu, konieczną do procesu tworzenia jakiejś nowości, niż samo zaistnienie zdarzenia. Zdarzenie to nie oddziela się całkowicie od tego procesu twórczego, bo jest jego rdzeniem (istotą), ale nie musi obejmować szerszych zagadnień związanych z odkrywczością. Stąd też wynalazczość dotyczy zbiorczo tych określeń i jej synonimem jest odkrywczość (ang. *inventiveness*).

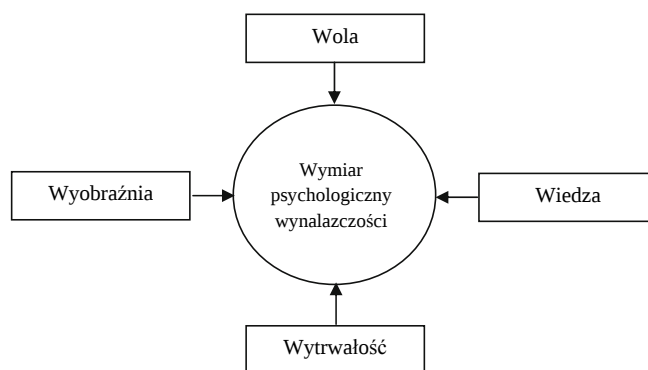
Wynalazczość, przedstawiona na modelu z rys. 4, to II poziom struktury systemowej. Zgodnie z teorią systemów, określa on zachowanie systemu z niższego poziomu, czyli w analizowanym układzie samej istoty wynalazku. Poziom

ten (I) to koncyptowana rzeczywistość materialna. Poziom II to subiektywna wiedza określonego podmiotu, która jest przezeń uświadamiana bądź nie. Charakteryzują ją cztery wymiary, które zostaną rozpatrzone w kolejnych podrozdziałach. Każdy z tych wymiarów może tworzyć swoistą barierę innowacji. Rozwijając wiedzę w tym zakresie, dokonujemy odkryć, które uświadamiając je sobie wprowadzamy mentalnie na poziom I, czyli do rdzenia wynalazku. W tym właśnie zawiera się sedno prowadzenia rozważań o wynalazczości.

Sztuka racjonalnego sterowania jakimś złożonym obiektem, niezależnie czy to będzie obiekt techniczny czy sam człowiek, bierze więc swój początek w sferze myśli – w jasności modeli myślowych nazywanych także mechanizmami. Zgodnie ze Słownikiem j. polskiego termin *mechanizm* to „zespół współpracujących ze sobą części składowych jakiegoś złożonego obiektu, spełniających określone zadanie”. Słowo to również może opisywać „sposób w jaki coś powstaje, przebiega lub działa (np. mechanizm finansowy)”. W naszym przypadku mechanizmem określaną będzie część składowa danego wymiaru wynalazczości, która w pewien sposób determinuje zjawiska opisane tym wymiarem.

PSYCHOLOGICZNY WYMIAR WYNALAZCZOŚCI

W psychologii czy w pedagogice procesy psychiczne i osobowość człowieka stanowią podmiot aktywności twórczej. Większość z ludzi ma do tego wrodzone predyspozycje, oczywiście w różnym stopniu i w odniesieniu do różnych rzeczy [15]. Procesy psychiczne mogą przejawiać się jako efekt czterech głównych mechanizmów, odpowiadających sferom twórczej aktywności człowieka – rys. 5.



Rys. 5. Mechanizmy wymiaru psychologicznego wynalazczości.

Fig. 5. Mechanisms of the psychological dimension of the invention.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Powszechnie uważa się, że podstawowym mechanizmem z tego wymiaru jest *wyobraźnia*. Sztandarową myślą tego poglądu jest stwierdzenie A. Einsteina, że „*wyobraźnia jest ważniejsza od wiedzy, ponieważ wiedza jest ograniczona, a wyobraźnia nie*”. Z wypowiedzią tą można się zgodzić nie w sensie logiki, która przyjmuje za słuszne stwierdzenie, że „*wszystko na tej Ziemi jest ograniczone*” – ma swój skończony wymiar, a więc i wyobraźnia też – czy potrafimy np. wyobrazić sobie kompletne „*nic*”, ale w sensie mechanizmu

psychologicznego, który powoduje, że wyobraźnia się nie wyczerpuje. Czyli nie zdarzy się sytuacja, że człowiek więcej już nic nie wymyśli; będą powstawać nowe idee i ich materializacje w postaci wynalazków.

Encyklopedycznie wyobraźnia definiowana jest bowiem jako: „zdolność do tworzenia wyobrażeń twórczych, fantazji, przewidywania, uzupełnienia i odtwarzania zdarzeń, przeżyć innych ludzi, sytuacji”. Dzieli się na dwie grupy: percepcyjną i reprodukcyjną [14].

Z punktu widzenia prowadzonych rozważań, ważniejszy jest ten drugi rodzaj wyobraźni – *wyobraźnia twórcza*. W aspekcie wynalazczości autorzy ten rodzaj wyobraźni uważają za pierwszoplanowy, bo choć „*wiedza wskazuje na to, co jest, wyobraźnia wskazuje na to, co będzie*” – co nie zmienia faktu, że wyobraźnia połączona z wiedzą może uczynić znacznie więcej. Mając bowiem nawet „*bujną*” wyobraźnię, ale nie mając wiedzy, *co jest osiągnięte?* (jaki jest aktualny stan rzeczy?), nie można tego „*jak już jest*” przenieść na wyższy poziom.

Wiedza jest więc punktem wyjścia dla wyobraźni, która sama z siebie nie funkcjonuje, co wyraża istotę związku postępu wiedzy z wynalazczością zaakcentowaną wcześniej we wprowadzeniu. Związek ten można przedstawić jako następującą sekwencję: wiedzę tworzą przyrosty poznania, które są pochodną odkryć naukowych, a te zaś stanowią budulec dla wynalazków. Nie ulega wątpliwości, że zapoznanie się z wiedzą ekspercką w danej dziedzinie jest pierwszym etapem jakiegokolwiek procesu tworzenia nowości. Wiedza jako mechanizm psychologiczny polega więc na określeniu i wyborze takich kierunków perspektywicznej działalności wynalazczej, które dadzą największe szanse na materializację wynalazku w postaci innowacji.

Odpowiednio wczesne przygotowanie wynalazcy do rozumienia wyzwań przyszłości, pozwala skoncentrować wysiłki intelektualny na właściwym obszarze poszukiwań badawczych, które mogą się zakończyć w perspektywie innowacją, czyli wdrożeniem wynalazku. Uogólniając zalecenia literaturowe w tym zakresie, można powiedzieć, że dotyczyć to powinno takich zagadnień jak:

- ◆ rozumienie przekształceń zachodzących w danej branży w której się działa,
- ◆ rozumienie potrzeb i korzyści użytkownika wynalazku,
- ◆ ustalenie kierunku zapotrzebowania na innowację w danej grupie (produktowe, procesowe, organizacyjne lub marketingowe),
- ◆ określenie istoty przewagi nad konkurencyjnym rozwiązaniem,
- ◆ traktowanie wynalazku jako obiektu ciągłych badań i udoskonaleń,
- ◆ traktowanie wynalazku jako podstawy wyznaczającej kierunek dalszego zdobywania wiedzy (uczenia się).

Wyobraźnia i wiedza chociaż ze swej strony warunkują powstanie idei wynalazku, (jako potencjał intelektualny), wynalazku tego same nie ukształtują – potrzebny jest czyn ludzki. Czyn ten jest determinowany *wolą* jego podjęcia oraz *wytrwałością* w realizacji. Aspekty te tworzą kolejną parę czynników w zakresie psychologicznego wymiaru

wynalazczości. Angażowanie się w jakieś sprawy ma zawsze złożone i wielostronne uwarunkowania (determinanty). Niezależnie jednak czego dotyczy czyn, decydują zawsze o tym trzy współzależne komponenty [11]:

- ◆ zdolność (zdadność) do działania (pracy),
- ◆ chęć (wola) działania,
- ◆ możliwości działania uzależnione od warunków pracy.

Warunki mogą sprawić, że człowiek wykonując jakieś zadanie, będzie odczuwać komfort pracy. Mogą one jednak również utrudniać, a nawet uniemożliwiać wykonanie tego zadania. Podobnie, wola działania może mobilizować człowieka do intensywnego wysiłku szybkiego działania, a może też to działanie spowalniać, wydłużać i osłabiać starania o jego dobre wykonanie. O ile warunki pracy można zaliczyć do czynników zewnętrznych, niezależnych (w większości) od stanu psychicznego człowieka, to wola jest tym czynnikiem, który w sposób istotny związany jest z *siłą duchową* (jeden z synonimów woli).

Wola jest więc katalizatorem wynalazczości, tym, co pozwala człowiekowi „chcieć” to robić. Każda praca, a wynalazcza w szczególności, wymaga pokonywania określonych ograniczeń. Kiedy jest *wola działania*, zawsze znajdzie się sposób, aby pokonać ograniczenia wiedzy bądź wyobraźni. Wolą i dynamizmem woli, kieruje samowiedza. Jest to nie tylko wiedza o sobie, ale o całej rzeczywistości, zwłaszcza o wartościach, które są podstawą celów i norm działania. Silna *wola* wyczerpuje się szybciej w *działaniach*, które nie są powiązane z wartościami człowieka czy realizacją ważnych dla niego celów. Realizacja zadania, które nie jest spostrzegane jako ważna część życia, staje się więc szczególnie trudne. Jednym z czynników, które decydują o tempie wyczerpywania się silnej woli są przekonania, jakie ludzie mają na temat silnej woli. Okazuje się, że efekty wyczerpywania się zasobów silnej woli są szczególnie wyraźne u ludzi, którzy są przekonani, że silna wola będzie słabnąć. Co niezwykle ciekawe, wydaje się, że ludzie przekonani o tym, że zasoby silnej woli są praktycznie nieograniczone, funkcjonują w kolejnych zadaniach wymagających samokontroli tak, jakby nie wyczerpali swoich zasobów silnej woli [14].

Potrzebę silnej woli można w pewien sposób zniwelować poprzez ustawienie sobie pewnych nawyków (rytuałów), które ograniczają wybory jakie musimy podejmować realizując jakieś zadania. Jeżeli wykształcimy np. nawyk pracy w określony sposób, to zmniejsza on niejako siłę woli, aby realizować dane zadanie, np. *H. Balzac pisał* po dwanaście godzin dziennie *stojąc* przy pulpicie.

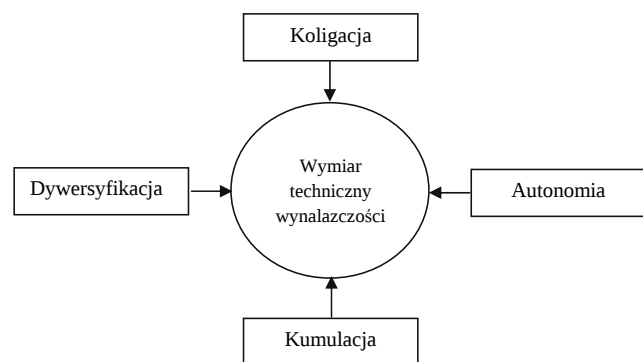
W psychologii twórczości osobowościowy mechanizm tworzenia nowych rzeczy opisuje się według trzech grup cech: otwartości, niezależności i wytrwałości [15]. Cechy te są niezbędnym warunkiem wynalazczości, każda z ich przejawia się na innym etapie procesu twórczego. Otwartość i niezależność potrzebna jest na początku twórczego procesu przy generowaniu pomysłów. W dalszych etapach potrzebna jest natomiast *wytrwałość*. Jeśli ktoś charakteryzuje się otwartością i niezależnością myślenia, ale brakuje mu wytrwałości, to co najmniej wątpliwe jest zamknięcie procesu twórczego w postaci innowacji. Stąd też autorzy uznali wytrwałość za czynnik dominujący i uwzględnili ją w swym

modelu wynalazczości. Wskazują jednocześnie, że decydujący wpływ na nią mają trzy powiązane ze sobą czynniki: *jasny cel, dobry plan działania oraz wsparcie innych ludzi*.

TECHNICZNY WYMIAR WYNALAZCZOŚCI

Mechanizmy dla wymiaru technicznego przedstawiono na rys. 6. Postępy wiedzy i wynalazki będące wynikiem jej kumulacji to procesy nieuchronne. W miarę ich rozszerzania pewne rozwiązania stają się oczywiste, w więc ich odkrycia – nieuniknione. Rola wielkich twórców polega wyłącznie na tym, że dzięki intuicji potrafią oni odkryć szybciej niż wynikałoby to z procesu *kumulacji* wiedzy [2].

Mechanizm *dywersyfikacji* opisuje zjawisko, które polega na tym, że idea nowości (wynalazku) może być rozproszona, na zasadzie analogii, na inne rozwiązania. Szczytnym przykładem tego mechanizmu może być opracowana przez H. Forda idea potokowej organizacji pracy przy montażu samochodów. Na zasadzie mechanizmu „dywersyfikacji” idea ta została rozproszona w wielu innych gałęziach produkcji.



Rys. 6. Mechanizmy wymiaru technicznego wynalazczości.

Fig. 6. Mechanisms of the technical dimension of the invention.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Innym przykładem (z obszaru konstrukcji) może być np. sprzęgło wychylne, znane bardziej pod nazwą przegub Cardana, czyli krzyżakowy łącznik, który łączy dwa widłowe zakończenia wałów (czynnego i biernego) i pozwala na przeniesienie momentu pomiędzy wałami nawet znacznie skreconymi względem siebie. Bez tego wynalazku, obmyślanego w XIV w. przez włoskiego geniusza Geronimo Cardano, nie funkcjonowałyby wiele konstrukcji inżynierskich. Na idei dywersyfikacji wynalazków opiera się w istocie cała technika. Przeciwnieństwem tej idei jest *autonomia*, czyli nowość, ma ona swoje zastosowanie w jednym, konkretnym rozwiązaniu.

Kumulacja to mechanizm nakładania się kolejnych udoskonaleń na początkową ideę (rozwiązanie). W praktyce wynalazczej bardzo rzadko jest tak, że w pierwszym przebiegu myśli powstaje skończone rozwiązanie. Zwykle wymaga ono ulepszenia przez samego wynalazcę, bądź przez następne pokolenia.

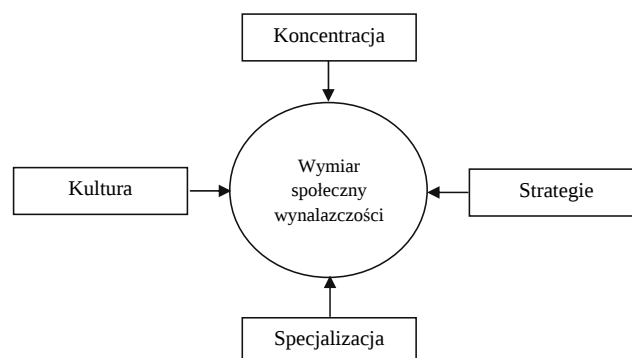
Mechanizm *kogiacji* opisuje typy powiązań pomiędzy nauką a techniką. Wyodrębnia się dwa podstawowe typy

powiązań pomiędzy poszczególnymi dziedzinami nauki i techniki [2]. Pierwszy polega na tym, że wiele różnych koncepcji naukowych wywodzących się z różnych dyscyplin wykorzystuje się dla realizacji określonego rozwiązania. Drugi, polega na wykorzystaniu określonej idei technicznej w wielu różnych rozwiązaniach. Niezależnie od tych schematów powiązań, istotne jest spojrzenie na problem wynalazczości w sposób dynamiczny (z perspektywy czasu). Z mechanizmu kogiacji wynika, że wzrost wiedzy naukowej przekłada się na intensywność powstawania nowych rozwiązań technicznych. Czasami tylko wynalazki genialnych ludzi wyprzedzają swoją epokę, tak jak było to np. w przypadku Leonardo da Vinci wizjonera, który urodził się zbyt wcześnie (XV wiek). Wyprzedzał swą epokę, tworząc dzieła i wpadając na pomysły, które wykraczały poza ludzkie możliwości wcześniejszego okresu. Wiele jego projektów technicznych znalazło praktyczne zastosowanie dopiero w XX wieku.

SPOŁECZNY WYMIAR WYNALAZCZOŚCI

Wszystkie kwestie dotyczące wynalazczości i innowacyjności w którymś momencie dotyczą kwestii społecznych i kulturowych. Podkreśla się, że innowacyjność to wypadkowa rozwoju gospodarczego i społecznego. Dzieje się tak na poziomie globalnym, wspólnot narodowych, organizacji międzynarodowych, ale również różnych instytucji społecznych, w tym edukacyjnych. Niestety, społeczno-kulturowy wymiar innowacyjności jest często niedostrzegany. Innowacje są postrzegane jak coś dziejącego się poza społeczeństwem, co dotyczy tylko techniki, technologii i gospodarki [18].

Społeczny wymiar wynalazczości zawiera się w fakcie, że zarówno na etapie powstawania, wdrażania, jak i dyfuzji wynalazków są one ściśle uwarunkowane różnymi procesami społecznymi. Tworzą one swoiste mechanizmy wzmacniające lub opóźniające powstawanie innowacji. Cztery podstawowe (w rozumieniu autorów) grupy tych mechanizmów przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Mechanizmy wymiaru społecznego wynalazczości.

Fig. 7. Mechanisms of the social dimension of the invention.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Mechanizmy te dobrze przeanalizowali autorzy pracy [3]. Według nich *koncentracja* to mechanizm skupiania się

na sformalizowanych i zinstytucjonalizowanych źródłach wiedzy, dotyczących innowacji (system edukacyjny, system badawczo-rozwojowy), przy słabym dostrzeganiu niesformalizowanych mechanizmów kreowania wiedzy i innowacji oraz ich społeczno-kulturowych uwarunkowań.

Specjalizacja to ograniczenie działań i priorytetów rozwojowych przede wszystkim do innowacyjności technologicznej, związanej z tzw. wysokimi technologiami, a w przypadku innych sfer (m.in. edukacyjnej, administracyjnej) – ograniczania polityki innowacyjnej do samych metod, narzędzi czy schematów działania, bez należytego uwzględnienia ich szerszych, społecznych, oddziaływań i determinant. W innowacyjności technologicznej dostrzega się dziś niemal powszechnie główne źródło przewag konkurencyjnych, a tym samym główne źródło wzrostu gospodarczego. Innowacyjność technologiczna nie może być jednak oderwana od innych aspektów życia społeczno-gospodarczego.

Tworzenie innowacji nie jest procesem liniowym. Można go określić jako „kontrolowany chaos” [2]. To słowo „kontrolowanie” oznacza przyjęcie określonej strategii, czyli pewnego planu rozwoju innowacji. Strategia jest zawsze pochodną „zjawiska torowania”, czyli wpływu idei na działania. W danym przypadku wykorzystywane są dwie różne idee [25]:

- strategia podaźowa – oparta na idei *push*, której istotą jest wyprzedzające popyt tworzenie wynalazków i następnie „wypychanie” ich do odbiorców,
- strategia popytowa – oparta na idei *pull*, czyli wymuszonym tworzeniu wynalazków.

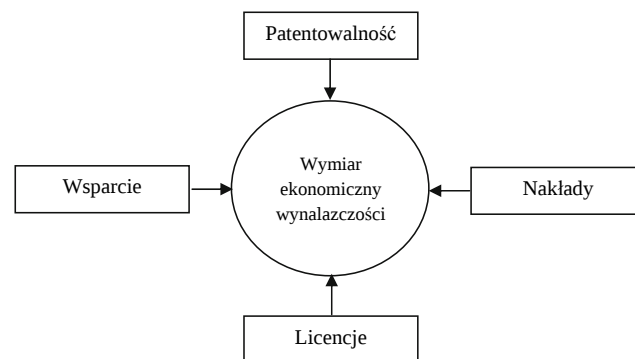
Strategia oparta na idei *pull* zakłada, że producent szybko zareaguje odpowiednimi wynalazkami i innowacjami na zapotrzebowanie. Strategia ta wymaga szerokiej wiedzy marketingowej, niemniej jednak, daje znacznie większe szanse na wdrożenie wynalazku.

Obecnie nadal jeszcze dominuje strategia *push*, gdzie uwaga skupiona jest na stronie podaźowej innowacji, a w szczególności na wspieraniu ośrodków „wytwarzania” wiedzy (teoretycznej i skodyfikowanej) [19]. Zakłada się, że uczelnie czy ośrodki badawcze w przedsiębiorstwach będą zwiększać swój potencjał innowacyjności poprzez tworzenie spółek typu *spin off/spin out*, parków technologicznych czy inkubatorów przedsiębiorczości, a otoczenie gospodarcze tylko czeka na pojawiające się na rynku nowości. W tym schemacie większa innowacyjność miałaby być osiągnięta poprzez „wtłoczenie” wiedzy do odbiorców. Innowacja jest jednocześnie traktowana jako coś z natury dobrego i oczekuje się przy tym, że potencjalni odbiorcy (np. mali i średni przedsiębiorcy) z utęsknieniem czekają, by ową wiedzę zastosować w praktyce [3].

Czwarty mechanizm to „kultura”. Każdy wdrożony wynalazek, czyli innowacja, jest także momentem zmiany w procesie koewolucji ludzi i przedmiotów. Owa zmiana obejmuje zaś nie tylko samo pojawienie się nowego przedmiotu (artefaktu) lub nowej technologii w sferze materialnej, lecz także zmianę praktyk, postaw i kompetencji po ludzkiej stronie społecznego układu. Wynalazczość „rozgrywa się” więc w całym świecie społecznej praktyki, w kulturze. Dokonuje się w społeczeństwie, za sprawą społeczeństwa i ma zawsze wymiar społeczny i kulturowy. Innowacja jest tworem kultury i czynnikiem kulturotwórczym.

EKONOMICZNY WYMIAR WYNALAZCZOŚCI

„Nie ma czegoś takiego jak zasób, dopóki człowiek nie znajdzie dla niego zastosowania w przyrodzie i w ten sposób nada mu wartość ekonomiczną” [5]. Trudno się nie zgodzić z tym stwierdzeniem P. Druckera. W każdym obszarze działalności, prędzej czy później wypłynie aspekt ekonomiczności. Nie omija to też problematyki wynalazczości, stąd autorzy w swym modelu systemowym przyjęli ekonomiczność jako jeden z czterech istotnych wymiarów badanego zagadnienia. Mechanizmy jakie z tym wymiarem są związane przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Mechanizmy wymiaru ekonomicznego wynalazczości.

Fig. 8. Mechanisms of the economic dimension of the invention.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Działanie wynalazcy, zmierzające do osiągnięcia wymiernych (ekonomicznych) efektów opiera się na realizacji celu wynalazczego, określonego na rys. 3 jako „taniej”. Cel ten oznacza ogólnie zamianę mniej wydajnych i mało sprawnych rozwiązań na bardziej wydajne i sprawne. W praktyce dokonuje się to dopiero poprzez wdrożenie wynalazku, czy innego nowatorskiego rozwiązania. Wtedy bowiem zastosowanie wynalazku może dać efekt ekonomiczny zarówno dla samego twórcy, jak i jednostki wdrażającej.

We współczesnej gospodarce szczególny nacisk położony jest więc na wzrost i rozwój innowacyjności, osiąganym między innymi poprzez ochronę wyników prac naukowo-badawczych, warunkującą ich efektywne wdrożenie i w konsekwencji uzyskanie wymiernych korzyści ekonomicznych. Odpowiednia ochrona własności intelektualnej pomaga w osiągnięciu sukcesu komercyjnego, a jednocześnie przyczynia się do powstawania kolejnych rozwiązań, decydujących o dalszym postępie naukowo-technicznym [27].

Jednym z najczęściej stosowanych narzędzi ochrony własności intelektualnej jest system patentowy, który stwarza możliwość osiągania większych korzyści ekonomicznych z posiadania własności intelektualnej. Jednak, aby określone rozwiązanie mogło podlegać ochronie prawnej, powinno się charakteryzować patentowalnością. Jest to inaczej zdolność patentowa, która umożliwia udzielenie patentu na wynalazek przez Urząd Patentowy RP. Zdolność tę posiadają wynalazki charakteryzujące się zespołem cech określonych w przepisach prawa, których istnienie konieczne jest, by wynalazek podlegał opatentowaniu.

Zgodnie z przepisami ustawy dotyczącej prawa wynalazczego (art. 24), aby wynalazek posiadał zdolność patentową musi spełniać szereg wymogów. Patenty są udzielane wyłącznie na rozwiązania o charakterze technicznym, bez względu na dziedzinę techniki, które: *są nowe, posiadają poziom wynalazczy, nadają się do przemysłowego stosowania oraz zostały dostatecznie ujawnione w opisie zgłoszeniowym*”.

Patent daje uprawnionemu wyłączne prawo do zarobkowego lub zawodowego korzystania z opatentowanego wynalazku, tym samym wyklucza swobodne stosowanie tego wynalazku przez konkurentów. Uprawniony może udzielić innym podmiotom *licencji* na korzystanie z wynalazku w zamian za opłaty licencyjne lub udział w zyskach z tego wynalazku. Sprzedaż patentu pociąga za sobą przeniesienie własności, podczas gdy udzielenie licencji oznacza zgodę na korzystanie z licencjonowanego wynalazku w warunkach szczegółowo określonych w umowie licencyjnej.

Podstawy udzielenia licencji mogą być bardzo różne. Powodem może być brak środków na prowadzenie samodzielnej produkcji, a także dążenie do uzyskania opłat licencyjnych, dzięki którym możliwe będzie finansowanie własnej działalności gospodarczej. Udzielanie licencji na wykorzystywanie danego rozwiązania to często również efekt „wymiany” technologii, dzięki której dochodzi do wzajemnego wsparcia i rozwoju innowacyjności [1].

Z powstawaniem wynalazku związane są pewne *nakłady finansowe*. Są to głównie koszty:

- ◆ przygotowania zgłoszenia wynalazku, wzoru użytkowego lub wzoru przemysłowego przez rzecznika patentowego,
- ◆ dokonania zgłoszenia w celu uzyskania ochrony przyznawanej przez krajowe lub międzynarodowe Urzędy Patentowe,
- ◆ prowadzenia postępowania przed właściwym krajowym lub międzynarodowym urzędem ochrony intelektualnej,
- ◆ testowania i badań rynkowych wynalazku,
- ◆ zadań związanych z pozyskiwaniem partnerów do komercjalizacji wynalazku.

Koszty te mogą się znacznie różnić w poszczególnych państwach. Na całkowity koszt opatentowania wynalazku składa się bowiem wiele różnych czynników, począwszy od opłaty za zgłoszenie oraz innych opłat, na których wysokość mają wpływ m.in. liczba stron opisu, zastrzeżeń i rysunków wynalazku oraz liczba zastrzeżeń. Opłata za utrzymanie patentu w mocy jest zróżnicowana w zależności od kraju oraz lat ochrony [19, 20].

W wielu branżach, gdzie droga pomiędzy wynalazkiem a komercyjnym produktem jest krótka, koszty patentowania nie są istotne – dlatego, że zyski z komercjalizacji pojawiają się już po kilku latach. Ochrona wynalazku staje się uciążliwa w przypadku np. biotechnologii czy medycyny. Z jednej strony czas niezbędny do wdrożenia produktu oraz w wielu sytuacjach konieczność prowadzenia badań klinicznych opóźnia pierwsze przychody. Z drugiej strony proces komercjalizacji limitowany jest przez brak odpowiednich funduszy, które mogą wynosić nawet kilkadziesiąt milionów złotych.

Fakty te działają na niekorzyść podmiotów posiadających patent, ponieważ wyłączone wykorzystanie komercyjne wynalazku ogranicza się często do kilku lat. Nakłady te mogą być znacznie zmniejszone jeśli uzyska się *wsparcie* w postaci dofinansowania z różnych programów pomocowych, krajowych lub unijnych [27].

Innowacyjność, ze względu na swoją specyfikę wiąże się z dużym ryzykiem i często – wysokimi kosztami nie tylko badań rozwojowych, ale także samego wejścia na rynek. Z tego też powodu tak ważne jest posiadanie spójnego systemu wsparcia, który byłby zachętą dla firm i przedsiębiorców, aby podejmowali działania wdrażania wynalazków. Dodatkowe *wsparcie finansowanie* potrzebne jest przede wszystkim w początkowych stadiach prowadzenia działalności, które nazywane są „doliną śmierci”. Tu potrzebne jest takie finansowanie bądź przez aniołów biznesów, bądź przy udziale funduszy venture capital czy też grantów [19]. Nie ma jednego uniwersalnego mechanizmu, który sprawdziłby się we wszystkich krajach na świecie. Ekspertiści analizujący zjawisko innowacyjności w kraju zwracają uwagę, że pod względem mechanizmów wspierających, Polska odbiega od zachodnich standardów. Problem leży w szczególności w zaszłościach historycznych i uwarunkowaniach wynikających z warunków polityczno-gospodarczych [27].

PODSUMOWANIE

Przemysł przetwórstwa spożywczego w Polsce jest ważnym sektorem rozwojowym. Występuje w nim duże zapotrzebowanie na nowe pomysły w postaci oryginalnych produktów, procesów, urządzeń czy też organizacji pracy. Wymaga to inwencji twórczej ludzi, określanych jako wynalazcy. Ich działalność wynalazcza jest uwarunkowana wieloma czynnikami. Zagadnienie to stało się myślą przewodnią niniejszego artykułu. Wskazano w nim cztery główne (w rozumieniu autorów) wymiary wynalazczości, w których scharakteryzowano podstawowe mechanizmy, determinujące dany obszar zagadnień.

Mając świadomość, że nie istnieją uniwersalne recepty na wzrost innowacyjności, podjęto próbę systemowego, czyli uporządkowanego opisu w tym zakresie. Podjęty temat jest wieloaspektowy i nie został wyczerpany. Stanowi niejako przyczynek do dalszych rozważań, warto – dla ważności zagadnienia – pogłębiać poszczególne wymiary wynalazczości o nowe mechanizmy, których poznanie sprzyja wzrostowi szeroko rozumianego kreatywnego myślenia, cechującego pracę twórczą, która nie podlega algorytmizacji.

LITERATURA

- [1] **ADAMCZAK., M. GĘDLEK. 2009.** Wynalazki w działalności małych i średnich przedsiębiorstw. Warszawa: Wyd. Urzędu Patentowego RP.
- [2] **BOGDANIENKO J. 2008.** W pogoni za nowoczesnością. Wybrane aspekty tworzenia i wprowadzania zmian. Toruń: Wyd. Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Dom Organizatora.
- [3] **BUKOWSKI A. S. RUDNICKI, J. STRYCHARZ. 2012.** „Społeczny wymiar innowacji”. Zarządzanie Publiczne 2: 13-23.

- [4] **CEMPEL CZ. 2013.** Inżynieria kreatywności w projektowaniu innowacji. Poznań. Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- [5] **DRUCKER P. 2004.** Natchnienie i fart czyli innowacja i przedsiębiorczość. Warszawa: Wyd. Studio Emka.
- [6] **FINDEISEN W. 1985.** Analiza systemowa – podstawy i metodologia. Warszawa: Wyd. PWN.
- [7] **FINOGENOW M., M. WRÓBEL, J. MRÓZ. 2015.** „Skala płytkiej i głębokiej pracy emocjonalnej (SPG-PE) – adaptacja, narzędzia i analiza własności psychometrycznych”. *Medycyna Pracy* 3: 359-371.
- [8] **FIRLEJ K. 2008.** Rozwój przemysłu rolno-spożywczego w sektorze agrobiznesu i jego determinanty. Kraków: Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego.
- [9] **FRANKOWSKI P., B. SKUBIAK. 2012.** „Barie ry innowacyjności w Polsce”. *SiP WNiZ Uniwersytetu Szczecińskiego* 28: 117-130.
- [10] **JUCHNIEWICZ M. 2014.** „Model otwartych innowacji w przemyśle spożywczym – skala i znaczenie zjawiska”. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 3: 107-118.
- [11] **LIMONT W. 1996.** Analiza wybranych mechanizmów wyobraźni twórczej. Toruń: Wyd. UMK.
- [12] **MAZUR M. 1987.** „Pojęcie systemu i rygory jego stosowania”. *Postępy Cybernetyki* 2: 21-29.
- [13] **MRÓWCZYŃSKA-KAMIŃSKA A. 2010.** „Tworzenie i rozdysponowanie produkcji przemysłu spożywczego na tle związków z gospodarką narodową”. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 2: 27-41.
- [14] **NĘCKA E. 2001.** Psychologia twórczości. Gdańsk: Wyd. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- [15] **NĘCKA E., J. SOWA. 2005.** Człowiek – umysł – maszyna: rozmowy o twórczości i inteligencji. Kraków: Wyd. Znak.
- [16] **POGORZELSKI W. 2002.** O filozofii badań systemowych. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR.
- [17] **PUDŁO P. 2012.** „Charakterystyka barier rozwoju działalności innowacyjnej w ujęciu kapitału intelektualnego – wyniki badań”. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy* 25: 81-90.
- [18] **PRZYBOROWSKA B. 2014.** „Fundamenty innowacyjnego społeczeństwa”. *Rocznik Andragogiczny* 21: 89-99.
- [19] **Praca zb. 2016.** „Potencjał innowacyjny gospodarki: uwarunkowania, determinanty, perspektywy”. Warszawa: Raport NBP, data publikacji 30.05.2016.
- [20] **ROSNEY J. 1982.** Makroskop. Warszawa: Wyd. PIW.
- [21] **SCHUSTER H. G. 1993.** Chaos deterministyczny. Wprowadzenie. Warszawa: Wyd. PWN.
- [22] **SŁOWIŃSKI B., D. DUTKIEWICZ. 2014.** „Problemy komercjalizacji wynalazków w ujęciu systemowym”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1: 121-127.
- [23] **SŁOWIŃSKI B., D. DUTKIEWICZ. 2015.** „Próba systematyzacji źródeł procesów kreacji wynalazków w przetwórstwie spożywczym”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 84-92.
- [24] **SŁOWIŃSKI B., D. DUTKIEWICZ. 2016.** „Analogia jako systemowe narzędzie inspirowania nowatorskich pomysłów i rozwiązań”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1: 105-113.
- [25] **SKAT-RORDAM P. 2001.** Zmiany decyzji strategicznych. Warszawa: Wyd. PWN.
- [26] **STASZIC ST. 1954.** Pisma filozoficzne i społeczne. Warszawa: Wyd. PWN.
- [27] **TETWEJER U. 2010.** „Finansowanie ochrony własności intelektualnej ze środków unijnych”. *Zeszyty Naukowe Polityki Europejskiej, Finanse i Marketing* 4: 214-223.
- [28] **WASILEWSKI M., A. WASILEWSKA, A. BEZAT. 2010.** „Innowacyjność przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego: stan wiedzy i kierunki dalszych badań”. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie, Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 82: 103-114.

Dr inż. Anna SADOWSKA

Dr inż. Rita RAKOWSKA

Dr inż. Ewa DYBKOWSKA

Dr inż. Katarzyna ŚWIĄDER

Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

CZYNNIKI PRZEDUBOJOWE WARUNKUJĄCE WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ I JAKOŚĆ SENSORYCZNĄ MIĘSA WOŁOWEGO®

Ante-mortem factors that condition nutritional value and sensory
quality of beef®

Słowa kluczowe: mięśnie wołowe, jakość sensoryczna, wartość odżywcza, rasa, sposób żywienia, status hormonalny, wiek ubojowy.

Poznanie czynników warunkujących jakość sensoryczną i wartość odżywczą mięsa wołowego może przyczynić się do otrzymania produktu o wysokich walorach smakowych i odżywczych oraz umożliwić promowanie jego specyficznych właściwości. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wpływu czynników przedubojowych na wartość odżywczą i jakość sensoryczną mięsa wołowego. Dane literaturowe wskazują, że jakość sensoryczna i wartość odżywcza mięsa uwarunkowane są szeregiem czynników przyżyciowych takich jak rasa, sposób żywienia, wiek w momencie uboju, status hormonalny, czy rozmieszczenie mięśni w tuszy zwierzęcia. Czynniki te wywierają duży wpływ na jakość mięsa wołowego. Krzyżowanie towarowe zwierząt ras mlecznych i mięsnych oraz kastracja osobników męskich pozwala uzyskać mięso o znacznie wyższej jakości sensorycznej od mięsa pozyskanego od niekastrowanego bydła mlecznego. Właściwie zaplanowany sposób żywienia zwierząt, podawanie pasz o wysokiej wartości odżywczej wpływa zarówno na jakość sensoryczną, jak i wartość odżywczą mięsa.

Key words: beef muscles, sensory quality, nutritional value, breed, diet, hormonal status, slaughter age.

Understanding the determinants of sensory quality and nutritional value of beef can help to obtain a product with good taste and high content of nutrients and allow to promote its specific characteristics. The purpose of this article is to present the impact of ante-mortem factors on nutritional value and sensory quality of beef. Literature data indicate that the sensory quality and nutritional value of meat are influenced by a number of factors such as race, diet, age at slaughter, hormonal status, or distribution of the muscles in the animal body. These factors have a major impact on the quality of beef. Commodity crossbreeding of dairy and meat breeds animals and castration of males allows to obtain much higher sensory quality of meat than from uncastrated dairy cattle animals. Properly planned diet of animals, supply the feed with high nutritional value affects both the sensory quality and nutritional value of meat.

WSTĘP

Od setek lat mięso wołowe było jednym z najpopularniejszych gatunków mięsa spożywanego w Polsce. W przeciągu ostatnich lat jego spożycie drastycznie spadło. Związane jest to z niedocenianiem walorów żywieniowych i zdrowotnych mięsa wołowego, zróżnicowaną – zwykle niską jakością mięsa, wysoką ceną, jak również niekorzystną relacją ceny względem innych gatunków mięsa [14]. W ostatnich latach obserwuje się coraz większe wysiłki producentów zmierzające do poprawy cech jakościowych wołowiny, a w konsekwencji zwiększenia popytu na nią. Mięso wołowe przeznaczone zarówno na cele kulinarne, jak i do przetwórstwa

powinno spełniać określone wymagania, m.in. charakteryzować się odpowiednią barwą, pożądanymi cechami smakowo-zapachowymi oraz odpowiednią teksturą i wysoką kruchością [13]. Uzyskanie produktu, który charakteryzować się będzie wyżej wymienionymi cechami wymaga dokładnego poznania czynników warunkujących jego zróżnicowanie. Dane literaturowe wskazują, że jakość mięsa wołowego, w tym wartość odżywcza i cechy sensoryczne, mogą być warunkowane wieloma czynnikami, takimi jak: rasa, sposób żywienia, status hormonalny, wiek ubojowy czy też różnice anatomiczne pomiędzy poszczególnymi mięśniami [6]. Poznanie czynników warunkujących jakość sensoryczną i wartość odżywczą mięsa wołowego może przyczynić się do otrzymania

produktu o wysokich walorach smakowych i odżywczych oraz umożliwić promowanie jego specyficznych właściwości, jak również może przyczynić się do podejmowania nowych wysiłków nad doskonaleniem metod produkcji, pozwalających uzyskać mięso o jeszcze wyższej smakowitości i wartości odżywczej.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie czynników przedubojowych warunkujących wartość odżywczą i jakość sensoryczną mięsa wołowego takich jak: rasa, sposób żywienia, status hormonalny, wiek ubojowy oraz rozmieszczenie mięśni w tuszy zwierzęcia.

RASA ZWIERZĄT

W latach 80-tych ubiegłego stulecia, mięso czerwone ze względu na wysoką zawartość tłuszczu postrzegano jako główny czynnik zwiększający ryzyko powstawania chorób serca. Z tego powodu zaczęto opracowywać nowe techniki chowu zwierząt, mające na celu redukcję zawartości tłuszczu w mięsie pozyskiwanym od tych zwierząt. W wyniku starań przemysłu mięsnego udało się ograniczyć o ponad 30% zawartość tłuszczu w wieprzowinie, 15% w wołowinie oraz 10% w baraninie. W kolejnych latach dalsze spadki poziomu tłuszczu o 5-10% dotyczyły wołowiny i baraniny. Powyższe rezultaty osiągnięto poprzez odpowiednią selekcję ras zwierząt przeznaczonych do uboju [11]. Wynika to z faktu, że zmienność genetyczna bydła opiera się na występowaniu różnic w zawartości tłuszczu między rasami, liniami krzyżowania lub poszczególnymi osobnikami. Rasa wpływa również na rozmieszczenie tłuszczu w tuszy wołowej, a profil kwasów tłuszczowych zależy od jego umiejscowienia. Czynniki genetyczne w mniejszym stopniu wykazują wpływ na zróżnicowanie profilu kwasów tłuszczowych niż podawana zwierzętom dieta [23, 24]. Na podstawie badań Nuernberga i wsp. (1999) prowadzonych z udziałem bydła ras: German Holstein, Galloway i Belgian Blue w okresie wzrostu stwierdzono, że zwierzęta rasy Belgian Blue cechują się najniższą zawartością cienkiej warstwy tłuszczu z najwyższą zawartością PUFA i najniższą ilością SFA. Badacze ci dowiedli również, że zmiany zawartości tłuszczu wpłynęły na zmiany profilu kwasów tłuszczowych a wraz ze zwiększeniem otluszczenia tuszy w okresie wzrostu, rozmieszczenie SFA w adipocytach wzrasta, natomiast względny udział fosfolipidów ulega zmniejszeniu, co prowadzi do zmiany współczynnika PUFA/SFA. Na podstawie innych badań podano, że różnice w zawartości śródmięśniowej warstwy tłuszczu podskórnego między zwierzętami różnych ras są na ogół niewielkie i często związane z utuczeniem zwierząt. Odkładanie się tłuszczu odzwierciedla różnice w równowadze pomiędzy wykorzystaniem egzogennych kwasów tłuszczowych, do własnej syntezy kwasów tłuszczowych „de novo” i degradacji triacylogliceroli. Mięso pochodzące od zwierząt rasy Japanese Black Wagyu znane jest z rozległej marmurkowatości i stosunkowo małej zawartości tłuszczu zewnętrznego. Podskórny i śródmięśniowy tłuszcz walców czystej rasy Black Wagyu lub jej krzyżówek [7, 19, 20] cechuje się wyższą zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych i wyższym współczynnikiem MUFA/SFA w porównaniu z mięsem większości ras dostępnym na rynku. Wysoka zawartość śródmięśniowego tłuszczu, niski współczynnik PUFA/SFA i niska zawartość kwasów tłuszczowych n-3 w mięsie

pochodzącym od zwierząt Wagyu może mieć jednak negatywny wpływ na wartość odżywczą mięsa. Bydło rasy Jersey cechuje się wyższą zawartością kwasów tłuszczowych SFA i MUFA w stosunku do bydła rasy Limousine [30]. W obrębie rasy zwierząt można wykryć dziedziczne aspekty smakowitości mięsa, związane najczęściej z różnymi zawartościami tłuszczu śródmięśniowego w tuszy [32]. Ilość tłuszczu w tuszy wołowej, jego rozmieszczenie i skład są istotne z konsumpcyjnego punktu widzenia, ponieważ to głównie tłuszcz śródmięśniowy wywiera wpływ na smakowitość mięsa. Badania przeprowadzone w Australii wykazały, że wraz ze wzrostem zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tuszy ocena sensoryczna takich cech jakościowych jak: kruchość, soczystość, smak i ogólny stopień akceptacji była wyższa aż do osiągnięcia poziomu tłuszczu śródmięśniowego wynoszącego 14-17%. Tłuszcz trzewny, międzymięśniowy oraz podskórny odgrywają mniejszą rolę w kształtowaniu smakowitości mięsa [2].

Gatunek zwierząt z których pozyskuje się mięso jest jednym z najważniejszych determinantów jego kruchości. Mięso pochodzące od zwierząt osiągających znaczne rozmiary, np. od bydła, cechuje się mniejszą kruchością niż mięso, otrzymane od zwierząt mniejszych np. trzody chlewnej ze względu na mniejsze rozmiary wiązek włókien mięśniowych. Ponadto mięso mniejszych zwierząt posiada zazwyczaj mniejszy udział tkanki łącznej. Wśród różnych ras bydła najwyższą kruchością cechuje się mięso pozyskane od zwierząt rasy Aberdeen Angus. Rasa ta charakteryzuje się znacznie mniejszymi rozmiarami niż tradycyjnie spotykane rasy, ponadto mięśnie tych zwierząt wykazują hipertrofię (czyli podwójne umięśnienie). Różnice w kruchości mięsa mogą również wynikać z odmiennych zawartości kolagenu i innego stopnia jego usieciowania, co ma miejsce w mięsie otrzymanym od zwierząt różnych ras [16]. Szacuje się, że 46% zmian w kruchości mięsa jest determinowanych genetycznie, a 54% środowiskowo. Wskazuje to, że możliwe jest zwiększenie kruchości poprzez selekcję genetyczną. Odpowiedni dobór ras i krzyżówek międzyrasowych przyczynia się do uzyskania mięsa o znacznie wyższych cechach organoleptycznych, co brane jest pod uwagę w programach krzyżowania zwierząt. Zidentyfikowano kilka genów odpowiedzialnych za kruchość mięsa. Najważniejsze dwa to gen odpowiedzialny za produkcję μ -kalpainy (CAPN1) i inhibitor kalpastatyn (CAST) [8].

W celu zwiększenia konsumpcji mięsa wołowego w Polsce niezbędna jest poprawa jego jakości. Rozszerzenie hodowli i chowu ras mięsnych bydła i mieszańców z udziałem ras mięsnych jest niezbędnym krokiem w tym kierunku. Obecnie wielu hodowców posiada liczne stada bydła różnych ras mięsnych, jednak populacja czysto rasowego bydła mięsnego w Polsce jest nadal niewielka. Upłynie jeszcze wiele lat zanim podstawą produkcji mięsa wołowego w Polsce staną się zwierzęta ras mięsnych. Obecnie producenci wołowiny dysponują wyjściowymi rasami mlecznymi lub od niedawna krzyżówkami mięsno-mlecznymi. Krzyżowanie towarowe stanowi istotną kwestię w uzyskaniu wysokiej jakości mięsa wołowego, co zostało potwierdzone w innych krajach Unii Europejskiej. Uzyskane na drodze krzyżowania towarowego zwierzęta pochodzą od krów mlecznych i buhajów ras mięsnych. W wyniku zastosowania krzyżowania towarowego uzyskane mieszańce w porównaniu do bydła

mlecznego cechują się lepszym wykorzystaniem paszy, wyższą wartością opasową i rzeźną, wyższym stopniem umięśnienia oraz udziałem mięsa o wysokiej jakości przy jednocześnie niższej zawartości tłuszczu. Poszczególne bydło rasy mięsnej cechuje się zróżnicowaną przydatnością do krzyżowania towarowego. Do tego celu szczególnie przydatna jest francuska rasa Limousine. Jej potomstwo osiąga dobre przyrosty, jest bardzo dobrze umięśnione, a otrzymane mięso cechuje się wysoką jakością oraz niską zawartością tłuszczu. Podobnymi zaletami wyróżniają się mieszańce bydła mlecznego z włoską rasą mięsną Piemontese. Najbardziej liczne na świecie bydło brytyjskiej rasy Hereford i Angus oraz francuskiej rasy Salers wykazują mniejszą przydatność do krzyżowania towarowego [22].

ŻYWIENIE ZWIERZĄT

W krajach europejskich wyróżnia się trzy systemy żywienia bydła: intensywny, półintensywny, ekstensywny. Zwierzęta opasane według koncepcji wyżej wymienionych systemów różnią się następującymi cechami:

- ❖ wielkością przyrostów dobowych,
- ❖ końcową masą tuszy,
- ❖ nakładem składników pokarmowych na przyrost,
- ❖ jakością tusz ubijanych zwierząt [10].

W opasie intensywnym dąży się do otrzymania największych przyrostów masy zwierząt w jak najkrótszym czasie oraz do otrzymania tusz o wysokiej jakości. Przyrosty mas zwierząt powinny wynosić nie mniej niż 1000 g/dzień. Oznacza to zależnie od genotypu zwierząt uzyskanie w wieku 13-15 miesięcy końcowej masy 450-550 kg. Do realizacji tych założeń konieczne jest alkierzowe utrzymanie zwierząt (indywidualnie na uwięzi lub bezuwięziowe grupowe), przy liczbie osobników w kojcu nie przekraczającej 20 sztuk. Żywienie zwierząt odbywa się poprzez podawanie im dawek pokarmowych o wysokiej koncentracji energii i białka w kilogramie suchej masy paszy treściwej. W systemie intensywnym najczęściej stosowaną paszą jest dobrej jakości sianokiszonka bądź kiszonka (z kukurydzy), skarmiana ab libitum, uzupełniana produktami ubocznymi przemysłu rolno-spożywczego. Zwierzętom podaje się również siano – w bardzo małych ilościach: ok. 1 kg dziennie/1 osobnika. Warunkiem podjęcia intensywnego żywienia zwierząt w gospodarstwie jest posiadanie odpowiedniego wyposażenia budynków inwentarskich, dużych ilości dobrych pasz, a przede wszystkim występowanie korzystnej relacji cen zbóż do cen żywca. W krajach rozwiniętych produkcja zwierzęca zakłada szybki wzrost zwierząt w celu osiągnięcia wysokiej masy ubojowej w jak najkrótszym czasie. Produkcja taka realizuje zatem założenia intensywnego opasu zwierząt. W aktualnych warunkach gospodarczych panujących w Polsce metoda ta nie jest opłacalna [10].

Opas półintensywny stosuje się zwykle w rejonach o dużym udziale użytków zielonych. System ten może być oparty na wykorzystaniu własnych pasz, dostępnych w gospodarstwach. Opas ten polega na zastosowaniu, po 4-6 miesięcznym okresie odchowu zwierząt, sześciomiesięcznego okresu przygotowawczego. W tym okresie stosuje się żywienie pastwiskowe, bądź podawanie zwierzętom pasz suchych i soczystych zapewniając uzyskanie dobowych przyrostów

wynoszących 0,6 - 0,8 kg. Po zejściu zwierząt z pastwiska żywienie przebiega alkierzowo paszami objętościowymi (siano) do woli, zwiększając jednocześnie spożycie pasz treściwych (kiszonki). Przy sukcesywnie zwiększanym zadawaniu pasz treściwych (od 2 do 4 kg dziennie na sztukę) następuje zwiększenie mas zwierząt. W ostatnich 1,5-2 miesiącach opasu ogranicza się podawanie zwierzętom kiszonek, zwiększając ilość siana z 1 do 2 kg, a paszy treściwej od 4 do 5 kg na sztukę dziennie. Takie modyfikacje proporcji pasz podawanych zwierzętom powodują zwiększenie przyrostów dobowych powyżej 1 kg, tak aby końcowa masa 18-to miesięcznych buhajków i wolców utrzymywała się w przedziale 450-500 kg [9, 10]. W Polsce istnieją możliwości produkcji mięsa wołowego za pomocą systemu półintensywnego. Ekstensywny system żywienia zwierząt stosuje się zwykle przy opasaniu wolców lub jałówek w rejonach o dużym udziale użytków zielonych. W systemie tym stosuje się opas zwierząt do wieku 24 - 27 miesięcy przy niskich lub średnich przyrostach dobowych (ok. 0,6 kg). Opas ekstensywny cechuje się wykorzystaniem prawie wyłącznie pasz gospodarskich, co sprawia że jest tanim sposobem żywienia zwierząt. Latem zwierzęta opasane są na pastwisku, zimą zaś podaje się im kiszonki i siano (żywienie alkierzowe). Klasyczny opas ekstensywny obejmuje 2 sezony pastwiskowe i trwa do uzyskania końcowej masy zwierząt 500 - 550 kg. Na terenie Polski najbardziej opłacalnym systemem opasu zwierząt jest opas ekstensywny, jak również półintensywny [10].

System opasu zwierząt jest uważany za jeden z najważniejszych czynników, który wpływa na produkcję i jakość mięsa [9]. Najbardziej skutecznym środkiem zmiany zawartości tłuszczu i składu kwasów tłuszczowych jest odpowiednio przygotowana dieta zwierząt. Zawartość tłuszczu w mięsie w dużej mierze zależy od sposobu opasu zwierząt. Największe zawartości tłuszczu otrzymuje się w mięsie pozyskanym od zwierząt z intensywnego sposobu żywienia, w następnej kolejności z półintensywnego, najmniejsze zaś z ekstensywnego sposobu opasu. W przypadku, gdy dla zwierząt pasze ilościowe oraz objętościowe dostępne są w ilości ad libitum, przyrosty bydła żywionego paszą treściwą są bardzo często relatywnie wyższe od zwierząt opasanych wyłącznie trawami (wolny wypas trawami) lub zielonką (mieszaną traw). Zwierzęta karmione paszą treściwą charakteryzują się cięższymi i bardziej otluszczonymi tuszami przy takim samym okresie przyrostów do odpowiedniej masy. Masa tuszy, grubość fałdu tłuszczowego oraz przyrost masy zwierząt wpływają na jakość mięsa, w szczególności na kruchość oraz smakowitość. Zalecenia żywieniowe dążą do zmniejszenia spożycia tłuszczu i SFA oraz zwiększenia spożycia kwasów tłuszczowych n-3 w celu ustalenia korzystnej równowagi między kwasami tłuszczowymi n-6 i n-3 [23]. Istnieje wiele metod żywieniowych przyczyniających się do zwiększenia zawartości korzystnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu przeżuwaczy [33]. Aktualne zalecenia żywieniowe dotyczące zwiększenia spożycia w diecie kwasów tłuszczowych n-3 przyczyniły się do działań producentów mięsa wołowego zmierzających w kierunku zwiększenia zawartości tych kwasów w mięsie. Do żywieniowych źródeł kwasów tłuszczowych n-3 należą: olej rybi, glony, nasiona i oleje roślinne (orzechowy, rzepakowy, lniany). Większość kwasu linolowego i linolenowego obecnego w paszy ulega uwodornieniu w żwaczku oraz niewielka część może ulotnić się,

jednak pewna ich ilość ulega wchłonięciu i możliwe jest włączenie go do tkanek. Dodatek do diety zwierząt oleju z ryb lub glonów zwiększa zawartości kwasów: ejkzapentaenowego (EPA, C20:5 n-3) i dokozaheptaenowego (DHA, C20:6, n-3) w mięsie, nie wpływając jednocześnie na zmiany zawartości SFA, MUFA i pozostałych PUFA w tłuszczu śródmięśniowym i tkance tłuszczowej. Do zwiększenia zawartości kwasów tłuszczowych n-3 w tłuszczu wołowym przyczynia się również podawanie zwierzętom paszy zawierającej dodatek wolnego kwasu linolenowego. Badania prowadzone na bydło mlecznym oraz wolcach pokazały, że biouwodornienie zachodzi bardziej intensywnie po podaniu zwierzętom karmy z dodatkiem ALA w porównaniu do kiszonki z trawy. Badania nad wpływem rodzaju opasu na skład kwasów tłuszczowych udowodniły, że pasza wywiera istotny wpływ na skład kwasów tłuszczowych i powstawanie niektórych tłuszczopochodnych związków aromatycznych [15]. Proporcje trawy w diecie zwierząt, rodzaj trawy/kiszonki oraz czas opasu zwierząt trawą przed ich ubojem wpływają na skład kwasów tłuszczowych w mięśniach [23]. Podawanie zwierzętom paszy objętościowej powoduje powstawanie w mięsie posmaku trawiastego, co jest związane z naturalnie wysoką zawartością kwasu linolenowego i obecnością w trawach innych polienowych kwasów tłuszczowych. Różnice w składzie kwasów tłuszczowych w podawanych zwierzętom paszach powodują powstawanie różnych profili smakowo-zapachowych podczas obróbki cieplnej mięsa. Zwiększenie intensywności opasania skraca czas opasu i wpływa na wzrost zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tuszy, co korzystnie oddziałuje na cechy jakościowe mięsa, głównie na aromat, barwę i soczystość. Zwiększenie zaś czasu trwania opasu zwierząt przed ubojem prowadzi do znacznego spadku zawartości SFA w mięśniach i tłuszczu podskórnego oraz jednoczesnego wzrostu zawartości kwasów tłuszczowych n-3, a tym samym spadek wskaźnika n-6/n-3 PUFA [21]. Mięso wołowe dostępne w sprzedaży detalicznej, pochodzące z opasów półintensywnego i ekstensywnego zawiera wyższe stężenie kwasów tłuszczowych n-3 w porównaniu do wołowiny pochodzącej od zwierząt opasanych intensywnie [27]. Len/olej lniany oraz rzepak/olej rzepakowy obecne w diecie zwierząt powodują wzrost zawartości kwasów tłuszczowych n-3 oraz obniżają stosunek n-6/n-3. Karmienie zwierząt olejami roślinnymi i roślinami oleistymi przyczynia się do zmiany składu kwasów tłuszczowych w mięsie. Zawartość oleju słonecznikowego w koncentratkach stosowanych w żywieniu bydła, prowadzi do wzrostu zawartości kwasów tłuszczowych n-6 w tłuszczu mięśniowym, głównie ze względu na wyższą zawartość LA [23].

Liczne doniesienia na temat wpływu żywienia zwierząt na jakość sensoryczną mięsa są niejednoznaczne. W niektórych badaniach wykazano, że smakowitość i kruchość mięsa pozyskanego od bydła żywionego na pastwisku jest wyżej oceniana niż jakość mięsa uzyskanego od bydła z chowu alkierzowego [29]. W innych zaś dowiedziono, że jakość wołowiny pochodzącej z ekstensywnego systemu opasu jest niższa w porównaniu do wołowiny z opasu paszą treściwą [28]. Systemy produkcji wołowiny w Północnej Ameryce oparte są na żywieniu zwierząt paszą treściwą, co w konsekwencji powoduje otrzymanie mięsa bardziej kruchego (miękkiego) o bardziej pożądanym smaku niż mięso produkowane w systemie wolnego opasu. Wyższa kruchość

amerykańskiej wołowiny związana jest z mniejszą zawartością tkanki łącznej i/lub wzrostem ilości rozpuszczalnego kolagenu. Podobne wyniki otrzymano w pracy Silva'y i wsp. (2010) [31], gdzie wykazano, że wraz ze wzrostem wartości energetycznej diety bydła otrzymuje się mięso o większej kruchości. Szybki przyrost młodych zwierząt zapewnia niższy udział i stopień usiecznienia kolagenu, co przyczynia się do zwiększenia kruchości mięsa [16]. Zwierzęta karmione koncentratami mają bardziej umięśnione tusze w porównaniu do karmionych zwykłymi paszami, co przekłada się na wyższą kruchość mięsa pozyskanego od tych zwierząt. Dodatkowo wyższy udział tłuszczu śródmięśniowego w tuszy pozytywnie wpływa na kruchość mięsa [30]. Ponadto podawanie zwierzętom ziarna powoduje zmniejszenie skurczu sarkomerów podczas kondycjonowania mięsa, co również przekłada się na zwiększenie jego kruchości. Wysoki poziom spożycia traw (w opasie półintensywnym i ekstensywnym), a w konsekwencji niższe dzienne przyrosty mas zwierząt i duże zużycie białka wynikające ze zwiększonego ruchu zwierząt skutkują wzrostem całkowitej zawartości kolagenu w mięśniach i zmniejszeniem ilości frakcji rozpuszczalnej. Przyczynia się to do zwiększenia twardości takiego mięsa [13]. Poprawa szybkości i wydajności wzrostu u zwierząt jest dla hodowców ważnym czynnikiem ekonomicznym. W związku z tym w niektórych krajach w trakcie chowu mogą być stosowane tzw. promotory wzrostu, czyli substancje, które modyfikują metabolizm zwierząt i podwyższają przyrost masy. Najczęściej są to steroidy anaboliczne i antagoniści receptorów beta adrenergicznych. Pomimo wielu dowodów naukowych potwierdzających bezpieczeństwo ich stosowania związki te są zabronione w hodowli zwierząt w krajach Unii Europejskiej. Dopuszczane do stosowania są w innych krajach, w tym w USA. W szeregu doniesień naukowych podkreśla się, że stosowanie tego typu substancji w hodowli zwierząt może powodować znaczne obniżenie cech organoleptycznych mięsa, w tym jego kruchości [8].

STATUS HORMONALNY ZWIERZĄT

W niektórych krajach kastracja buhajów jest tradycyjną praktyką stosowaną niegdyś w celu uzyskania zwierząt pociągowych. Obecnie zabieg kastracji prowadzony jest w celu uzyskania mięsa o specyficznych właściwościach. We Włoszech praktyka ta prowadzona jest w celu uzyskania wysokiej jakości mięsa z wolców do produkcji lokalnych i tradycyjnych dań. Ogólnie jednak w drugiej połowie 20 wieku tradycja kastracji zanikła z wielu powodów: niskiego wykorzystania paszy przez wolce [5, 34], długiego ich opasu, wysokiej zawartości tłuszczu w mięsie pozyskanym z wolców. W ostatnim czasie obserwuje się jednak ponowny wzrost zainteresowania produkcją wolców, ze względu na wysoką jakość ich mięsa. Kastracja buhajów redukuje zachowania agresywne, ułatwia zajmowanie się zwierzętami i redukuje liczbę uszkodzeń ciała zwierząt. Tradycyjna praktyka zakłada kastrację przed osiągnięciem dojrzałości płciowej buhajów, jednak obecnie rozpowszechniona jest kastracja po osiągnięciu dojrzałości płciowej, mimo zwiększonego stresu i dyskomfortu zwierząt [12, 17]. Kastracja po osiągnięciu dojrzałości płciowej w porównaniu z kastracją przeprowadzaną przed osiągnięciem dojrzałości pozytywnie wpływa na zatrzymanie produkcji męskich hormonów

plciowych, tempo wzrostu, wykorzystanie paszy i dzienne przyrosty zwierząt. Chów walców w porównaniu do buhajów wymaga wyższych nakładów, ponieważ dłuższy jest okres opasu, gorsze wykorzystanie paszy oraz mniejsze przyrosty. Rekompensatą za słabe wyniki produkcyjne w hodowli walców może być wyższa cena ich mięsa w porównaniu do cen mięsa buhajów, co pozwala pokryć rolnikom wyższe koszty ich opasu [5].

Kastracja buhajów przyczynia się do zwiększenia ilości tłuszczu w tylnej części tuszy oraz tłuszczu śródmięśniowego, powoduje ponadto zwiększenie miękkości mięsa i redukcję jego pH. W porównaniu do mięsa pozyskanego od buhajów mięso walców cechuje się zawartością tłuszczu o wyższej spójności o białym lub białawym zabarwieniu, zaś u zwierząt dobrze utuczonych – żółtym [16]. Najbardziej wartościowe mięso pochodzi od walców młodych, zaś od starszych pozyskuje się mięso o jeszcze większej ilości tłuszczu. Malau-Aduli i wsp. (2000) [18] odnotowali różnice w kompozycji fosfolipidów i triacylogliceroli pomiędzy jałówkami i walcami. Walce cechują się większą zawartością kwasu palmitynowego i MUFA, natomiast mniejszą zawartością PUFA w mięśniach w porównaniu z jałówkami. Różnice w zawartości kwasów tłuszczowych n-6 PUFA lub n-3 PUFA pomiędzy płcią bydła są zazwyczaj małe [23]. Poziom hormonów męskich w organizmie zwierzęcia odgrywa istotny wpływ na smakowitość mięsa. W mięsie pochodzącym od starszych osobników męskich (buhajów, jak również wieprzy) wyczuwa się charakterystyczny posmak, będący następstwem obecności hormonów płciowych, co jest niewyczuwalne w mięsie pozyskanym od walców. Mięso tej kategorii zwierząt rzeźnych jest towarem szczególnie cenionym. Wykazuje ono świeżość, lekko aromatyczną woń. Kruchość mięsa pozyskanego od walców jest wyższa niż kruchość mięsa buhajów. Związane jest to z wyższą zawartością tłuszczu w mięsie oraz niższym udziałem kolagenu [16].

WIEK UBOJOWY ZWIERZĄT

Do głównych zmian związanych z procesem starzenia i rozwojem zwierząt należy zwiększenie całkowitej zawartości tkanki tłuszczowej oraz średnicy komórek tłuszczowych [1]. Wraz ze wzrostem bydła od urodzenia do uboju wzrasta również odkładanie tłuszczu w tuszy, najpierw w podskórnej tkance tłuszczowej, a później w cienkiej warstwie tłuszczu. Ilość nasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzuje się ciągłym wzrostem [23], zatem ich zawartość ulega sukcesywnemu zwiększeniu wraz z wiekiem zwierząt. Nie do końca wyjaśniony jest wpływ wieku zwierząt na ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięsie wołowym. Zmiany zawartości tłuszczu oraz nasyconych kwasów tłuszczowych w tuszy zwierzęcia warunkują jakość i intensywność odczuwania smakowitości mięsa. Im starsze jest zwierzę, tym intensywność doznań smakowych jakich dostarcza mięso jest silniejsza. Siła smaku wołowiny na ogół wzrasta do 18 miesiąca życia [4]. Wiek zwierząt w momencie uboju znacząco wpływa również na kruchość mięsa, co jest związane ze zmianami jakości i ilości kolagenu w mięsie. Wraz ze wzrostem wieku ubojowego zwierząt następuje spadek kruchości mięsa, co bezpośrednio może wiązać się ze wzrostem zawartości w mięśniach tkanki łącznej [16]. Zależność między zawartością kolagenu i kruchością mięsa jest znacznie

silniejsza w mięśniach zwierząt dojrzałych niż w mięśniach zwierząt młodych. Różnice w zawartości kolagenu w mięsie w zależności od wieku zwierząt w momencie uboju wynikają z faktu, że wytrzymałość oraz ilość usieciowanych form kolagenu zwiększa się gdy zwierzę jest starsze i bardziej dojrzałe. Wynika to z potrzeby zapewnienia strukturalnego podparcia dla mięśni. Jednocześnie niekorzystnie wpływa to na kruchość mięsa wołowego, co wynika z faktu, że usieciovane formy kolagenu pod wpływem obróbki cieplnej jedynie w niewielkim stopniu ulegają przekształceniu w formę rozpuszczalnej żelatyny [3, 25]. Wraz z wiekiem zwierząt zwiększa się zarówno ilość jak i stopień usieciowania kolagenu, natomiast zmniejsza się udział kolagenu rozpuszczalnego w trakcie obróbki kulinarnej [16]. Biorąc pod uwagę zawartość kolagenu w mięsie uwarunkowaną wiekiem zwierząt, można stwierdzić, że wołowinę cechującą się największą kruchością uzyskuje się od zwierząt poniżej 19 miesiąca życia. Udowodniono, że graniczny wiek zwierząt, od których pozyskuje się mięso wysokiej jakości wynosi 30 miesięcy. Spadek kruchości jest mało zauważalny u bydła starszego niż 18 miesięcy. Mięso pochodzące od bydła pomiędzy 3 – 3,5 a 9 – 11 lat nie wykazuje istotnych różnic w zmianach kruchości, co wskazuje że takie mięso nie różni się ilością i jakością kolagenu [3, 25]. Badania potwierdzają że relacje między wiekiem zwierząt a kruchością mięsa nie odzwierciedlają tylko bezpośrednich zmian zachodzących w tkankach mięśni, ale wynikają również z wielkości i stopnia odtłuszczenia tuszy zwierzęcia [16].

ROZMIESZCZENIE MIĘŚNI W TUSZY ZWIERZĘCIA

Ze względu na różny charakter mięśni, inne funkcje pełnione w organizmie i intensywność wykonywanej pracy, smakowitość mięśni w obrębie tuszy jest zróżnicowana. Mięśnie o większej aktywności w okresie przyżyciowym wykazują silniejszy aromat niż mięśnie mniej aktywne. Najbardziej kruchy mięsień bydła (*m. psoas*) charakteryzuje się słabą smakowitością, w odróżnieniu do smakowitości mięśni przepony, która jest szczególnie intensywna. *M. longissimus dorsi* ma silniejszy smak niż *m. semitendinosus* [13]. Na kruchość mięsa wpływają zarówno fizyczne, jak i chemiczne właściwości mięśni. Wiele czynników samej budowy mięśni znacząco wpływa na cechy tekstury mięsa, z czego najważniejsze to: ilość i stopień usieciowania tkanki łącznej, długość sarkomerów, szybkość i stopień pośmiertnej proteolizy oraz zawartość i proporcje rodzajów białek mięśniowych: miofibryli (aktyny, miozyny i tropomiozyny) oraz białek sarkoplazmy. Poszczególne mięśnie w obrębie jednej tuszy znacznie różnią się pod względem kruchości, co wynika z intensywności ich pracy wykonywanej podczas życia, rzutującej na grubość włókien oraz zawartość kolagenu. Mniejsza zawartość kolagenu jest charakterystyczna dla mięśni, które za życia zwierząt nie wykonywały dużej pracy. Natomiast mięśnie bardzo aktywne zawierają stosunkowo większe ilości tego białka [24, 26]. Mięśnie kończyn cechują się wyższym udziałem kolagenu, w porównaniu do pozostałych mięśni obecnych w tuszy zwierzęcia. Kruchość mięsa jest tym większa, im mniejszy jest przekrój włókien mięśniowych, mniejsze są wiązki tych włókien i im większa jest długość sarkomerów. Skrócenie sarkomerów może być

następstwem nieprawidłowo przeprowadzonego procesu kondycjonowania i dojrzewania mięsa. Kolagen stanowi strukturalne wsparcie komórek mięśniowych. W mięśniach cechujących się niewielkim udziałem kolagenu kruchość warunkowana jest stopniem kurczenia się sarkomerów [8, 16].

PODSUMOWANIE

Analiza danych literaturowych wskazuje, że czynniki przedubojowe, takie jak rasa, sposób żywienia, wiek w momencie uboju, obecność w tuszy osobników męskich hormonów płciowych, czy rozmieszczenie mięśni w tuszy zwierzęcia wywierają zróżnicowany wpływ na jakość mięsa. Krzyżowanie krów mlecznych i buhajów ras mięsnych pozwala na uzyskanie mięsa o jakości nieco gorszej do jakości mięsa pochodzącego z ras mięsnych ale znacząco wyższej w porównaniu do mięsa ras mlecznych. Mięso pochodzące ze zwierząt żywionych ekstensywnie zawiera znaczną ilość kwasów tłuszczowych nienasyconych, natomiast mięso otrzymane ze zwierząt żywionych intensywnie cechuje się wysoką zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych. Mięso pochodzące od wołców cechuje się wyższą jakością sensoryczną ze względu na wysoką kruchość, co jest związane z wyższym udziałem tkanki tłuszczowej. Jakość sensoryczną, a szczególnie teksturę mięsa warunkuje również wiek zwierząt, co jest związane z niższą zawartością kolagenu w tkance łącznej młodszych zwierząt.

LITERATURA

- [1] **ALBRECHT E., F. TEUSCHER, K. ENDER, J. WEGNER. 2006.** "Growth- and breed-related changes of marbling characteristics in cattle". *Journal of Animal Science* 84, 5: 1067–1075.
- [2] **ALDAI N., A. I. NAJERA, M. E. R. DUGAN, R. CELAYA, K. OSORO. 2007.** "Characterization of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups". *Meat Science* 76, 4: 682–91.
- [3] **ARCHILE-CONTRERAS A. C., I. B. MANDELL, P. P. PURSLOW. 2010.** "Disparity of dietary effects on collagen characteristics and toughness between two beef muscles". *Meat Science* 86, 2: 491–497.
- [4] **BEDNÁROVÁ A., J. MOCÁK, W. GOSSLER, M. VELIK, J. KAUFMANN, L. STARUCH. 2013.** "Effect of animal age and gender on fatty acid and elemental composition in Austrian beef applicable for authentication purposes". *Chemical Papers* 67, 3: 274–283.
- [5] **BIAGINI D., C. LAZZARONI. 2007.** "Effect of pre- and post-pubertal castration on Piemontese male calves: I. Live and slaughtering performances". *Livestock Science* 110: 181–186.
- [6] **DOMARADZKI P., M. FLOREK, A. LITWIŃCZUK. 2016.** "Czynniki kształtujące jakość mięsa wołowego". *Wiadomości Zootechniczne, R. LIV*, 2: 160–170.
- [7] **ELIAS CALLES J. A., C. T. GASKINS, J. R. BUSBOOM, S. K. DUCKETT, J. D. CRONRATH, J. J. REEVES. 2000.** "Sire variation in fatty acid composition of crossbred Wagyu steers and heifers". *Meat Science* 56, 1: 23–29.
- [8] **FAROUK M. M., E. WIKLUND, K. ROSENVOLD. 2009.** "Fresh meat texture and tenderness" [w:] Kerry J., Ledward D. (red.): *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat*. wyd. Woodhead, Cambridge: 61–88.
- [9] **FRENCH P., E. G. O'RIORDAN, F. J. MONAHAN, P. J. CAFFREY, M. VIDAL, M. T. MOONEY, D. J. TROY, A. P. MOLONEY. 2000.** "Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets". *Meat Science* 56, 2: 173–180.
- [10] **H. GRODZKI, P. BRZOZOWSKI. 2005.** *Hodowla i użytkowanie bydła* [w:] Grodzki H. (red): *Hodowla i użytkowanie zwierząt gospodarskich*. wyd. SGGW: 11–91.
- [11] **HIGGS J. 2002.** *The nutritional quality of meat* [w:] Kerry J., Kerry J., Ledward D. (red.): *Meat processing - improving quality*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Boca Raton: 64–103.
- [12] **KEANE M. G. 1999.** "Effects of time of complete or split castration on performance of beef cattle". *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 38, 1: 41–51.
- [13] **KOŁCZAK T. 2008.** "Jakość wołowiny". *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1, 56: 5–22.
- [14] **KOSICKA-GĘBSKA M., N. PRZEŹDZIECKA, J. GĘBSKI. 2010.** "Tendencje zmian w spożyciu mięsa wołowego w Polsce w latach 2000–2009". *Problemy Rolnictwa Światowego* 10, 25: 49–59.
- [15] **KOUTSIDIS G., J. S. ELMORE, M. J. ORUNACONCHA, M. M. CAMPO, J. D. WOOD, D. S. MOTTRAM. 2008.** "Water-soluble precursors of beef flavour: I. Effect of diet and breed". *Meat Science* 79, 1: 124–130.
- [16] **LAWRIE R. A. 2006.** "The eating quality of meat" [w:] Lawrie R. A. (red.): *Meat science*, Oxford, London: Pergamon Press: 279–341.
- [17] **MACH N., A. BACH, C. E. REALINI, I. FONT, M. FURNOLS, A. VELARDE. 2009.** "Burdizzo pre-pubertal castration effects on performance, behaviour, carcass characteristics, and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets". *Meat Science* 81, 2: 329–334.
- [18] **MALAU-ADULI A. E. O., M. A. EDRISS, B. D. SIEBERT, C. D. K. BOTTEMA, M. P. B. DELAND, W. S. PITCHFORD. 2000.** "Estimates of genetic parameters for triacylglycerol fatty acids in beef cattle at weaning and slaughter". *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 83, 4–5: 169–180.
- [19] **MIR P. S., M. IVAN, M. L. HE, B. PINK, E. OKINE, L. GOONEWARDENE, T. A. MCALLISTER, R. WESLAKE, Z. MIR. 2003.** "Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: A review". *Canadian Journal of Animal Science* 83, 4: 673–685.
- [20] **MIR P. S., T. A. MCALLISTER, S. SCOTT, J. AALHUS, V. BARON, D. MCCARTNEY, E. CHARMLEY, L. GOONEWARDENE, J. BASARAB, E. OKINE, R. WESLAKE, Z. MIR. 2004.** "Conjugated linoleic acid-enriched beef production". *American Journal of Clinical Nutrition* 79, suppl. 6: 1207–1211.

- [21] NOCI F., P. O. O'KIELY, F. J. MONAHAN, C. STANTON, A. P. MOLONEY. 2005. "Conjugated linoleic acid concentration in M. Longissimus dorsi from heifers offered sunflower oilbased concentrates and conserved forages". *Meat Science* 69, 3: 509–518.
- [22] NOGALSKI Z. 2002. "Growth rate and slaughter value of the offspring of Black-and White cows and bulls from Kortowo Synthetic Line". *Journal of Natural Sciences* 12, 3: 159–167.
- [23] NUERNBERG K. 2009. "Optimising the nutritional profile of beef" [w]: *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat*: 321–341.
- [24] NUERNBERG K., B. ENDER, H. J. PAPSTEIN, J. WEGNER, K. ENDER, G. NUERNBERG. 1999. "Effects of growth and breed on the fatty acid composition of the muscle lipids in cattle". *European Food Research and Technology* 208, 5-6: 332–335.
- [25] PISULA A., A. TYBURCY, K. DASIEWICZ. 2007. "Czynniki decydujące o jakości mięsa wołowego". *Gospodarka Mięsna* 1, 7: 4–11.
- [26] PURSLOW P., A. ARCHILE-CONTRERAS, M. CHA. 2012. "Manipulating meat tenderness by increasing the turnover of intramuscular connective tissue". *Journal of Animal Science* 90, 3: 950–959.
- [27] RAZMINOWICZ R. H., M. KREUZER, M. R. L. SCHEEDER. 2006. "Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef". *Meat Science* 73, 2: 351–361.
- [28] SAMIA S., C. AUGUSTINI, F. J. SCHWARZ. 2004. "Effect of feeding intensity and time on feed on intramuscular fatty acid composition of Simmental bulls". *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 88, 5-6: 179–187.
- [29] SCOLLAN N., J. FRANCOIS-HOCQUETTE, K. NUERNBERG, D. DANNENBERGER, I. RICHARDSON, A. MOLONEY. 2006. "Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef and their relationship with meat quality". *Meat Science* 74: 17–33.
- [30] SIEBERT B. D., W. S. PITCHFORD, Z. A. KRUK, H. KUCHEL, M. P. DELAND, C. D. BOTTEMA. 2003. "Differences in delta-9 desaturase activity between Jersey- and Limousin-sired cattle". *Lipids* 38, 5: 539–543.
- [31] SILVA C., O. REGO, E. SIMÕES, H. ROSA. 2010. "Consumption of high energy maize diets is associated with increased soluble collagen in muscle of Holstein bulls". *Meat Science* 86, 3: 753–757.
- [32] VIEIRA C., A. CERDEÑO, E. SERRANO, P. LAVÍN, A. MANTECÓN. 2007. "Breed and ageing extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen)". *Livestock Science* 107, 1: 62–69.
- [33] WOOD J. D., R. I. RICHARDSON, G. R. NUTE, A. V. FISHER, M. M. CAMPO, E. KASAPIDOU, P. R. SHEARD, M. ENSER. 2003. "Effects of fatty acids on meat quality: a review". *Meat Science* 66, 1: 21–32.
- [34] WORRELL M. A., D. C. CLANTON, C. R. CLKINS. 1987. "Effect of weight castration on steer performance in the feedlot". *Journal of Animal Science* 64: 343–347.

Mgr inż. Katarzyna OPONOWICZ¹

Dr inż. Dominika GŁĄBSKA²

Dr hab. inż. Dominika GUZEK¹

Mgr inż. Witold CHOIŃSKI¹

Prof. dr hab. Krystyna GUTKOWSKA¹

¹ Zakład Badań Konsumpcji, Katedra Organizacji i Ekonomiki Konsumpcji

² Zakład Dietetyki, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

SYSTEMY CERTYFIKACJI ŻYWNOŚCI JAKO WARUNEK WZROSTU WYMIANY HANDLOWEJ MIĘSA WOŁOWEGO Z TURCJĄ®

Food certification systems as a necessary condition to obtain increase
of beef trade with Turkey®

Według danych Tureckiego Ministerstwa Rolnictwa popyt na żywność wzrastał w latach 2007-2012 o 14%, a w kolejnych latach po ok. 6% rocznie [6]. Tendencja ta ma się utrzymać także w latach 2016-2017. Polska w ostatnim okresie zajmuje 18 miejsce pod względem importu oraz 21 pod względem eksportowym wśród partnerów wymiany handlowej Turcji [10]. W wyniku wieloletniej pracy hodowców i przemysłu mięsnego, polska wołowina odznacza się określonymi cechami sensorycznymi i walorami odżywczymi, w tym odpowiednim poziomem kruchości oraz soczystości, a przy tym zachowuje wysoką, a co najważniejsze powtarzalną jakość. Dobra perspektywa wielopłaszczyznowej współpracy z Turcją wynika także z bardzo zbliżonej kultury biznesu producentów europejskich, w tym polskich i tureckich oraz doświadczeń nabytych we współpracy w świecie biznesu. Stabilny i relatywnie szybki rozwój tureckiej gospodarki, perspektywa przystąpienia do Unii Europejskiej i postępujący wzrost poziomu możliwości tureckiego społeczeństwa stwarza duże możliwości eksportu polskiego mięsa wołowego na rynek Turcji.

According to the data of the Turkish Ministry of Agriculture, the food demand increased both during the 2007-2012 period (14%) and during following years (6% per year). The tendency is expected to be observed also during 2016-2017 period. Poland, among Turkey trade partners, is currently 18th country in the classification of import and 21st country in the classification of export. As a result of many years of meat industry development, Polish beef is characterized by specific sensory features and nutritional value, while especially important is its tenderness and juiciness, as well as is characterized by high and repeatable quality. The prospect of multi-dimensional cooperation with Turkey results also from the similar business culture of European traders (including Polish and Turkish ones) and experiences associated with business cooperation. The stable and relatively fast development of Turkish economy, the chance of joining European Union and increase of the wealth of Turkish society are factors resulting in possibilities of increasing export of Polish beef to Turkey.

WPROWADZENIE

Polska i Turcja mogą poszczycić się wieloletnimi tradycjami współpracy gospodarczej, w tym, w zakresie sektora mięsa wołowego. Wieloletnie, pozytywne doświadczenia biznesowe i potencjał polskiej branży mięsnej to szansa za rozwój współpracy polsko-tureckiej w obszarze wymiany handlowej oraz ogromna możliwość na rozwój sektora mięsa wołowego w Polsce. Od ponad 10 lat, systematycznie rośnie poziom dochodu narodowego przypadającego na głowę mieszkańca Turcji. Według szacunków, w roku 2023 dochód ma osiągnąć poziom 25 tys. USD.

Turcja jest jedną z najszybciej rozwijających się gospodarek świata. Od kilku lat znajduje się w fazie wzrostu. W 2011 r., gdy kraje UE tkwiły w recesji, wzrost tureckiego PKB był

wyższy niż w Chinach i wynosił 8%. Zahamowanie w roku 2012 wskaźnika do poziomu 4,6% było chwilowe. Długoterminowe prognozy ekspertów przewidują stały wzrost ok. 3-5% rocznie w perspektywie kilku lat, mimo zmieniających się warunków, jaki tworzy toczący się konflikt syryjski.

Wraz ze wzrostem poziomu zamożności społeczeństwa przewiduje się też wzrost konsumpcji mięsa, w tym mięsa wołowego. Wzrastająca zamożność społeczeństwa, powoduje wzrost wydatków na żywność. Wg danych Tureckiego Ministerstwa Rolnictwa popyt na żywność wzrastał w latach 2007-2012 o 14%, a w kolejnych latach po ok. 6% rocznie. Tendencja ta ma się utrzymać także w latach 2016-2017. Spożycie mięsa wołowego w Turcji, jest na niskim poziomie. Średnio wynosi ono 10,7 kg/osobę/rok. Jest więc znacznie niższe niż w krajach rozwiniętych. Przewiduje się, że rynek

turecki w kontekście sprzedaży mięsa wołowego jest rynkiem bardzo perspektywnym, o dużym potencjale wzrostu. Dodatkowym czynnikiem napędzającym popyt na mięso jest perspektywa wciąż intensywnego funkcjonowania i rozwoju rynku turystycznego (ok. 35 mln turystów rocznie odwiedza Turcję).

Celem artykułu jest analiza możliwości zwiększenia wymiany handlowej mięsa wołowego z Turcją, przy uwzględnieniu zapotrzebowania rynku tureckiego oraz potencjału i barier współpracy polsko-tureckiej. W artykule wskazano systemy certyfikacji żywności jako warunek wzrostu wymiany handlowej i określono zakres poszczególnych systemów.

WYMIANA HANDLOWA POMIĘDZY POLSKĄ A TURCJĄ

Polska w ostatnim okresie zajmuje 18 miejsce pod względem importu oraz 21 pod względem eksportowym wśród partnerów wymiany handlowej Turcji. Turcja należy do głównych partnerów handlowych Polski, biorąc pod uwagę kraje Bliskiego Wschodu i Azji. Utrzymujący się na przestrzeni kilkunastu lat systematyczny deficyt w dwustronnych obrotach handlowych z Turcją został przełamany w 2010 r., kiedy to odnotowano dodatnie saldo dla Polski. Wynosiło ono wówczas ponad 351 mln USD. Wzrost polskiego eksportu do Turcji od 2011 r. spowodował zwiększenie dodatniego dla Polski salda wymiany dwustronnej do blisko 1 mld USD. Znaczny udział we wzroście eksportu polskich produktów na rynek turecki odnotowano dla mięsa wołowego.

W całej strukturze polskiego eksportu do Turcji największą rolę odgrywają wyroby przemysłu elektromaszynowego, które stanowią ok. 60%. Duży udział mają też wyroby przemysłu chemicznego, metale nieszlachetne oraz wyroby z nich, a także tworzywa sztuczne i wyroby z kauczuku oraz gotowe artykuły spożywcze.

W polskim imporcie z Turcji dominują wyroby przemysłu elektromaszynowego – maszyny, urządzenia mechaniczne, pojazdy, statki, sprzęt elektryczny, materiały i artykuły włókiennicze, metale nieszlachetne oraz artykuły z nich, tworzywa sztuczne, gotowe artykuły spożywcze oraz produkty przemysłu chemicznego i pokrewnych.

Prognoza rozwoju demograficznego, wzrost zamożności społeczeństwa tureckiego oraz co za tym idzie wzrost poziomu konsumpcji, a także przenoszenie zachodniego modelu konsumpcji, wskazują na zwiększenia wydatków na żywność dobrej jakości, w tym: m.in. na drób, wysokiej jakości mięso wołowe, baranie, kozie, produkty mleczne, żywność typu fast food czy potrawy typu convenience.

WARUNKI PRODUKCJI I ZAPOTRZEBOWANIE NA MIĘSO WOŁOWE NA RYNKU TURECKIM

Warunki środowiska, uwarunkowania geograficzne oraz struktura gospodarstw rolnych w Turcji to kluczowe kryteria niskiej opłacalności produkcji mięsa wołowego w tym kraju. Krótki okres opadów deszczu w Turcji (średnio dwumiesięczny okres w ciągu roku) i górzystość terenu powoduje, że hodowla bydła mięsnego na pastwiskach jest w Turcji mało opłacalna.

STANDARDY JAKOŚCIOWE EUROPEJSKIEJ WOŁOWINY

Wołowina produkowana w Europie, w tym w Polsce ma naturalną przewagę w zakresie smakowej wartości nad mięsem wytwarzanym w Turcji. Jest to przede wszystkim zasługa stosowania jednych z najbardziej rozwiniętych na świecie technologii przetwarzania mięsa. Wejście Polski do Unii Europejskiej pociągnęło za sobą szereg zmian dla przemysłu mięsnego w Polsce. Zmiany te wynikały z dostosowania produkcji do wymagań jakościowych i standardów higienicznych Wspólnoty. Kontrola jakości sektora rolno-spożywczego na terenie Unii Europejskiej, w tym w Polsce odbywa się na kilku poziomach. Realizowany jest w ten system produkcji rolnej, zgodnej z filozofią „od pola do stołu”. Standardy nakładane przez wymagania Wspólnoty dają gwarancje kontroli produkcji w sektorze rolno-spożywczym na każdym etapie, a w konsekwencji gwarancje jakości dla konsumenta [2].

Podstawowe standardy wymagane unijnym prawem [1], obowiązujące w Polsce:

• **GHP (*Good Hygienic Practice*) – Dobra Praktyka Higieniczna**

To określone działania i warunki higieniczne, które muszą być spełniane i kontrolowane na wszystkich etapach produkcji lub obrotu, aby zapewnić bezpieczeństwo żywności, zgodnie z art. 3 ust. 3 pkt. 8 ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia Dz. U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225. Wymagania GHP obejmują:

- lokalizację i otoczenie zakładu,
- rozmieszczenie pomieszczeń i wyposażenia w zakładzie,
- dobór odpowiedniego wyposażenia technologicznego i technicznego,
- opracowanie procedury mycia, dezynfekcji,
- opracowanie procedur konserwacji maszyn i urządzeń,
- zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego i odpowiedniej jakości wszystkich surowców używanych w zakładzie produkcji,
- stosowanie odpowiednich procedur i operacji technologicznych,
- szkolenie i higienę osobistą pracowników.

• **GMP (*Good Manufacturing Practice*) – Dobra Praktyka Produkcyjna**

To grupa standardów stosowanych w produkcji przemysłowej, zapewniających wysoką jakość, czystość użytych surowców i komponentów gotowego produktu, a także pełną kontrolę nad jakością i pochodzeniem surowców. Stosowanie standardów GMP daje konsumentom większy poziom komfortu i pewność co do wysokiej jakości produktu.

• **HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) – System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli**

System ten to grupa działań, mających na celu identyfikację i oszacowanie skali zagrożeń bezpieczeństwa żywności z punktu widzenia jej jakości zdrowotnej oraz ryzyka wystąpienia tych zagrożeń, podczas przebiegu wszystkich etapów

produkcji i dystrybucji. System pozwala również na określenie metod ograniczania tych zagrożeń.

- **SPS (*Sanitary Performance Standards*)**
– **Sanitarne Standardy Postępowania**

Standardy te obejmują aspekty higieny zakładu mogące wpływać na bezpieczeństwo żywności, np. zwalczanie szkodników, odpowiednią wentylację i oświetlenie oraz instalacje wodno-kanalizacyjne.

- **SSOP (*Sanitation Standard Operating Procedures*)**
– **Standardowe Sanitarne Procedury Operacyjne**

Program zabiegów sanitarnych, mających na celu zapewnienie właściwych warunków higienicznych i bezpieczeństwa w produkcji żywności. Zgodnie z wymogami SSOP zakład musi opracować, wdrożyć i utrzymać pisemne procedury dla działań mających na celu zapobieganie bezpośredniemu skażeniu i zafałszowaniu produktu. Na program SSOP składają się następujące elementy:

- Higieniczno-Sanitarne procedury operacyjne,
- Odpowiedzialność pracowników,
- Działania kontrolne,
- Przedoperacyjne procedury sanitarne,
- Operacyjne procedury sanitarne,
- Konserwacja maszyn i urządzeń oraz wyposażenia,
- Działania naprawcze,
- Rejestracja działań i kontroli.

Wszystkie plany SSOP muszą być udokumentowane i okresowo przeglądane w celu analizy zmian.

Na jakość polskiego mięsa wołowego wpływają, wymagane przepisami prawa wspólnotowego, systemy bezpieczeństwa i jakości produkcji, ale przede wszystkim ma dobre, naturalne warunki hodowli stad bydła mięsnego. Są one, ze względów klimatycznych, dogodniejsze w krajach Unii Europejskiej, w tym w Polsce niż w Turcji. Bydło mięsne w krajach Unii, w tym w Polsce hodowane jest w większości w warunkach naturalnego przebywania na pastwiskach przez większość roku. Ponadto w Polsce wiele stad wypasnionych jest na obszarach objętych programem „Natura 2000”. Wszystkie te czynniki, zapewniają polskiej wołowinie, unikalne, trudne do powtórzenia walory smakowe i gwarancje spełnienia wymagań stawianych przez coraz bardziej wymagających tureckich konsumentów.

CHARAKTERYSTYKA WALORÓW SENSORYCZNYCH POLSKIEJ WOŁOWINY

W wyniku wieloletniej pracy hodowców i przemysłu mięsnego, polska wołowina odznacza się określonymi cechami wizualnymi i sensorycznymi, właściwymi walorami odżywczymi, a także odpowiednim poziomem kruchości oraz czystości, a przy tym zachowuje wysoką, a co najważniejsze powtarzalną jakość. Smakowitość wołowiny jest wynikiem oddziaływania na zmysł smaku i zapachu. Cecha ta ma swoje przełożenie w strukturze chemicznej mięsa. Związki, które posiadają naukowo udokumentowane oddziaływanie na aromat i smak mięsa to przede wszystkim: aminokwasy, cukry

redukujące i kwasy tłuszczowe. To głównie z tych związków chemicznych, podczas obróbki termicznej mięsa, powstają określone i charakterystyczne dla mięsa wołowego związki gwarantujące pożądane cechy sensoryczne. Zawartość i proporcje związków chemicznych w mięśniach wołowych zależne są od szeregu czynników, zarówno hodowlanych, jak i ubojowych oraz poubojowych. Największy wpływ na smakowitość mięsa, mają: genetyka zwierzęcia, rasa, sposób hodowli i żywienia bydła. Jedną z najważniejszych cech poubojowych decydujących o walorach sensorycznych wołowiny jest dojrzewanie mięsa i warunki jego przechowywania (przemiany poubojowe w tkance mięśniowej) [3, 8, 9].

POTENCJAŁ WSPÓŁPRACY MIĘDZY KRAJAMI W KONTEKŚCIE DOTYCHCZASOWYCH DOŚWIADCZEŃ BIZNESOWYCH

Dobra perspektywa wielopłaszczyznowej współpracy z Turcją wynika także z bardzo zbliżonej kultury biznesu producentów europejskich, w tym polskich i tureckich oraz doświadczeń nabytych we współpracy w świecie biznesu.

Dotychczasowe doświadczenie biznesowe w eksporcie mięsa wołowego przez polskie zakłady mięsne w latach 2009-2012 jest dodatkowym czynnikiem, który może być mocną stroną nawiązania trwałej współpracy pomiędzy tymi rynkami. Polska branża mięsna posiada doświadczenie również w dostarczaniu mięsa i jego wyrobów w zakresie standardów oraz wymagań stawianych przez partnerów biznesowych w zakresie certyfikacji systemu halal, zgodnego z zasadami wyznaczanymi przez wymagania religijne, jakie stawia rynek turecki. Turcja to kraj silnie zakorzeniony w tradycji islamu. Ponad 98% tureckiego społeczeństwa deklaruje wyznawanie tej wiary oraz przywiązanie i postępowanie wg. jej zasad, dlatego produkcja w systemie halal jest warunkiem i standardem niezbędnym dla eksportu polskiego mięsa wołowego na tamtejszy rynek. Polscy eksporterzy, posiadają wieloletnie doświadczenie w dostarczaniu mięsa w tym systemie na rynek turecki, w pełni respektując zasady systemu halal, dostosowując swoją produkcję i ofertę do tych zasad [4, 7].

Dotychczasowy sukces polskich producentów wołowiny wynika z bardzo wysokiej jakości oferowanego produktu, ale także z dobrej współpracy polskich producentów z tureckimi importerami. Sukces oparty jest na wzajemnym zaufaniu i zbliżonych metodach współpracy, mających oparcie w 600 letniej tradycji współpracy handlowej pomiędzy obydwojoma krajami.

Tureccy konsumenci mają bogate doświadczenia dotyczące kuchni śródziemnomorskiej. Polska zaś, to tradycja kuchni kontynentalnej. W sensie kulturowym, doświadczenia te wzajemnie uzupełniają się, a ich połączenie tworzy nową, wyższą jakość kultury żywienia.

BARIERY WSPÓŁPRACY POLSKO-TURECKIEJ

Turcja od 1 stycznia 1996 roku jest państwem stowarzyszonym z Unią Europejską oraz członkiem jednolitego obszaru gospodarczego. Funkcjonuje również w unii celnej

Tabela 1. Wartość eksportu polskiego mięsa wołowego do Turcji w latach 2010-2012

Table 1. The value of Polish exports of beef to Turkey in 2010-2012

Lata	MIĘSO WOŁOWE	
	Świeże, schłodzone (tony)	Mrożone (tony)
2010	20581	2872
2011	61497	101
2012	32997	3693

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pochodzących ze Zintegrowanego Systemu Informacji Rolniczej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Source: Own study on the basis of the data from the Integrated Agricultural Information System of the Ministry of Agriculture and Rural Development

Tabela 2. Udział eksportu mięsa wołowego do Turcji w strukturze eksportu mięsa wołowego z Polski ogółem

Table 2. The share of Polish exports of beef to Turkey in the structure of exports

Lata	Udział Turcji w eksporcie mięsa świeżego, schłodzonego ogółem (%)	Udział Turcji w eksporcie mięsa mrożonego ogółem (%)
2010	8,90	6,81
2011	27,39	0,25
2012	15,55	7,57

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pochodzących ze Zintegrowanego Systemu Informacji Rolniczej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Source: Own study on the basis of the data from the Integrated Agricultural Information System of the Ministry of Agriculture and Rural Development

z obszarem UE w ramach, w których bariery taryfowe zostały zniesione dla produktów przemysłowych oraz przetworzonych artykułów rolnych. Nadal utrzymywane są jednak pewne ograniczenia celne i ilościowe (kwoty) w odniesieniu do niektórych towarów sektora rolnego. Dotyczy to m.in. mięsa i współpracy z Polską, dlatego też istotnym i zmiennym w czasie czynnikiem jest polityka taryfowa tureckich władz w zakresie importu mięsa wołowego. Podyktowane jest to realizacją przez rząd turecki planu utrzymania stabilności cen żywności na tureckim rynku detalicznym. Odpowiedzialnym za jego realizację jest Państwowa Agencja Mięsa i Mleka podporządkowana Ministerstwu Żywności Rolnictwa i Hodowli. Układ ten jest pozabiznesowym czynnikiem ograniczającym wolnorynkową wymianę handlową pomiędzy krajami.

Dotychczasowe doświadczenia polskich przedsiębiorców w obszarze współpracy handlowej z partnerami rynku tureckiego, wskazuje na obecność zmiennych ograniczeń,

Tabela 3. Najważniejsze rynki eksportowe dla polskiej wołowiny w okresie I-XII 2011 r

Table 3. The most important export markets for Polish beef in the period of January-December 2011

Struktura eksportu mięso wołowe świeże, chłodzone (2011 r)		
kraj	wartość (tys. EUR)	Wolumen (ton)
Turcja	175 028	61 497
Włochy	129 055	39 201
Niderlandy	99 362	38 633
Niemcy	99 105	32 687
Hiszpania	47 864	14 360
Francja	21 967	5 705
Republika Czeska	19 223	4 567
Słowacja	12 002	3 859
Rosja	9 013	3 631
Dania	10 703	3 141
Izrael	10 016	2 460
Macedonia	5 820	2 210
Wielka Brytania	9 126	1 635
Grecja	4 501	1 401
Uzbekistan	4 916	1 219

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pochodzących ze Zintegrowanego Systemu Informacji Rolniczej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Source: Own study on the basis of the data from the Integrated Agricultural Information System of the Ministry of Agriculture and Rural Development

głównie z zakresu obowiązujących taryf celnych i kwot importu. Ograniczenia te mają bezpośredni wpływ na wolumen eksportu polskiej wołowiny do Turcji, poziom jej cen detalicznych i dostępność dla konsumenta. Obniżenie cel ze strony tureckiego rządu i jego agend w roku 2011-2012 miało bezpośrednie odzwierciedlenie w danych statystycznych. W ciągu 10 miesięcy, od otwarcia tureckiego rynku i obniżenia cła, tureccy importerzy zakupili polską wołowinę za łączną kwotę prawie 100 milionów Euro, licząc po cenach zakupu od polskiego producenta, wynoszącą wówczas +/- 3 €/kg. W kolejnych latach, z powodu okresowej zmiany wewnętrznych regulacji prawnych dotyczących warunków dobrostanu zwierząt w Polsce (zakaz uboju na potrzeby religijne wprowadzony w Polsce), import polskiej wołowiny do Turcji został zahamowany [5].

PODSUMOWANIE

Stabilny i relatywnie szybki rozwój tureckiej gospodarki, perspektywa przystąpienia do Unii Europejskiej i postępujący wzrost poziomu zamożności tureckiego społeczeństwa stwarza duże możliwości eksportu polskiego mięsa wołowego na rynek Turcji. Tradycja hodowli, doświadczenie hodowców, warunki środowiskowe, zaplecze naukowe oraz nakłady finansowe, które na przestrzeni ostatnich lat zostały ukie-
runkowane na rozwój i doskonalenie hodowli bydła mięsne-
go oraz zbudowanie nowoczesnego, spełniającego wyśrubo-
wane standardy europejskie zaplecza zakładów uboju, roz-
bioru i przetwórstwa mięsnego w Polsce spowodowały, że
możemy stać się znaczącym dostawcą mięsa wołowego na
rynek turecki.

LITERATURA

- [1] **50 Years of Food Safety of European Union 1957-2007**, European Commission.
- [2] **Bezpieczeństwo żywności. 2014.** Komisja Europejska.
- [3] **KOLCZAK T., 2007.** Jakość wołowiny, Komisja Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAU.
- [4] **Prognoza Cen Rynkowych** Podstawowych Produk-
tów Rolno-Żywnościowych, Agencja Rynku Rolnego,
październik 2015.
- [5] **Prospects for EU agricultural markets and income
2015-2025**, European Commission, December 2015.
- [6] **Republic of Turkey Prime Ministry Investment
Support and Promotion Agency – ISPAT** www.invest.gov.tr, data dostępu 01.10.2016
- [7] **Rynek mięsa – stan i perspektywy nr 49**, październik
2015.
- [8] **ZYMON M. 2012.** Walory odżywcze i smakowe wołowiny oraz możliwości ich kształtowania, Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy.
- [9] **ZYMON M. 2014.** Czym jest smakowitość wołowiny i co ją kształtuje? Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy.
- [10] <https://turkey.trade.gov.pl/pl/>, data dostępu 01.10.2016

Doc. dr hab. Marek GRUCHELSKI
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie
Dr Józef NIEMCZYK

Instytut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur w Warszawie

MAŁE GOSPODARSTWA ROLNE W POLSCE A PARADYGMAT ROZWOJU ZRÓWNOWAŻONEGO®

Small farms in Poland and the paradigm
of sustainable development®

*Autorzy dziękują Panu Marcinowi Gruchelskiemu za wydatną pomoc edytorską
w przygotowaniu tekstu niniejszego artykułu.*

Paradygmat rozwoju zrównoważonego jest widoczny w polskich dokumentach odnoszących się do wsi, rolnictwa i ich otoczenia ekologicznego. W obszarze problematyki rozwoju małych gospodarstw rolnych, jak również w odniesieniu do całego rolnictwa, nadal widoczna jest tendencja do preferowania industrialnego (a nie zrównoważonego) modelu rozwoju rolnictwa. W praktyce oznacza to, iż popierany jest rozwój gospodarstw poprzez wzrost jego skali produkcji i jej koncentrację. Taki model, pomimo obowiązujących standardów proekologicznych, nie zawsze jest korzystny dla środowiska naturalnego. Tymczasem, to małe gospodarstwa rolne są, ze swej natury, proekologiczne i jednocześnie ważne ze względów społecznych, zatem ich rewitalizacja, poprzez aktywizację produkcyjną, byłaby korzystna z punktu widzenia rozwoju zrównoważonego. Gospodarstwa te są również istotne z racji zapewnienia krajowego bezpieczeństwa żywnościowego, zwłaszcza na wypadek głębokich kryzysów gospodarczych, politycznych i militarnych. Rewitalizacja małych gospodarstw wymaga jednakże działań o charakterze kompleksowym. Obok wsparcia budżetowego (inwestycyjno-modernizacyjnego), niezbędne jest ożywienie (lub odbudowanie) instytucji spółdzielczego rynku, przede wszystkim w zakresie zbytu i sprzedaży bezpośredniej produktów rolnych z gospodarstw oraz zliberalizowanie uciążliwych, zwłaszcza dla małych gospodarstw rolnych, przepisów i procedur administracyjno-weterynaryjnych, w stopniu i zakresie większym niż jest to obecnie zawarte w obowiązującym od 2015 roku Systemie dla małych gospodarstw.

The paradigm of sustainable development is visible in the Polish documents related to rural areas, agriculture and their ecological environment. In the area of development issues of small farms, as well as whole agriculture, there is a visible preference towards industrial (not sustainable) development model of agriculture. In practice, this means that the development of farms is supported by the increase in the scale of production and its concentration. This model, despite the current ecological standards, is not always beneficial to the environment. Meanwhile, small farms are, by their nature, ecological and at the same time important for social reasons, so their revitalization through activation of production, would be beneficial from the point of view of sustainable development. These farms are also important to ensure national food security, especially in the case of deep economic crises, political and military. Revitalization of small farms, however, requires complex measures. In addition to budget support (investment and modernization), it is necessary to revive (or rebuild) the institution of cooperative market, primarily in the field of outlet and direct sales of agricultural products from farms and liberalization of burdensome, particularly for small farms, regulations and procedures of administrative and veterinary sciences, and to the extent greater than it is currently contained in applicable in 2015 System for small farms.

WSTĘP

Paradoks polityki rozwojowej w stosunku do małych (o powierzchni do 10 hektarów) oraz względnie małych gospodarstw rolnych (o powierzchni do kilkunastu hektarów oraz wielkości ekonomicznej wynoszącej nie więcej niż 10 tysięcy euro)¹ polega na tym, że powszechnie dostrzega się niekwestionowane zalety gospodarcze, społeczne i ekologiczne tych gospodarstw, jednocześnie traktując je, jako rezerwuariat taniej ziemi, łatwo dostępnych zasobów naturalnych oraz taniej siły roboczej, podkreślając zarazem ich zacofanie rozwojowe, niską efektywność ekonomiczną (zwłaszcza mierzoną wydajnością pracy) i niską konkurencyjność.² Zjawisko to szczególnie widoczne po akcesji Polski do Unii Europejskiej bezpośrednio związane jest z przyspieszeniem wzrostu i rozwoju gospodarczego a także postępującymi przemianami strukturalnymi w polskiej gospodarce. Należy w tej kwestii zwrócić uwagę na wzrost popytu na ziemię na potrzeby inwestycyjno-produkcyjne oraz wyraźną rywalizację przedsiębiorców o budżetowe środki strukturalne i udział w rynku rolno-żywnościowym. O dobra materialne i potencjał produkcyjno-rynkowy małych gospodarstw rolnych konkurują nie tylko rolnicy (przede wszystkim rozwojowi, posiadający gospodarstwa o większej powierzchni i skali produkcji), ale również przedsiębiorcy, zarówno krajowi, jak i zagraniczni, związani z sektorem i rynkiem rolno-żywnościowym a także będący przedstawicielami innych sektorów gospodarki. W rezultacie, **różne środowiska lobbystyczne skutecznie blokują koncepcje i wsparcie rozwojowe dla małych gospodarstw rolnych.** Podatny grunt dla tego typu praktyk tworzy się dzięki **na-dal dominującemu w teorii ekonomii neoklasycznej industrialnemu modelowi rozwoju rolnictwa, w którym uznaje się za obiektywny proces przekształcania się gospodarstw małych, chłopskich i rodzinnych w gospodarstwa**

komercyjne, a następnie agrobiznesowe.³ Z punktu widzenia teoretycznego i w odniesieniu do długiego okresu (wielu pokoleń), takie ujęcie zagadnienia można uznać za poprawne. Powyższy model stosowany jest w wielu krajach zachodnich o wielkich obszarach rolniczych i o bardzo wysokim poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego. W Polsce, taki proces transformacji w rolnictwie, zwłaszcza szybki, nie musi nastąpić ze względu na wiele niekorzystnych uwarunkowań, do których zaliczyć należy między innymi bariery rozwoju społeczno-gospodarczego, a także niekorzystną sytuację polityczno-militarną. Zdaniem autorów, **małe i średnie gospodarstwa rolne w Polsce (ze szczególnym uwzględnieniem ich produkcji rolno-żywnościowej oraz infrastruktury technicznej) powinny być chronione nie tylko ze względu na ich funkcje społeczne i ekologiczne, ale również ze względu na ich strategiczne potencjalne znaczenie w zakresie zabezpieczenia potrzeb żywnościowych i życiowych w okresach głębokich kryzysów gospodarczo-politycznych i militarnych. Powinny być one, obok gospodarstw dużych, drugim biegunem polskiego dualnego rolnictwa.** Gospodarstwa te, ze względu na swój lokalny charakter, są znacznie bardziej odporne na sytuacje kryzysowe oraz gwarantują potencjalne znaczące pokrycie lokalnego popytu na żywność, co więcej, względnie tanią, świeżą i nisko schemizowaną. Ponadto, zwiększają one różnorodność rynku rolno-żywnościowego, a tym samym dają konsumentom żywności możliwość większego wyboru towarów, co jest immanentną cechą gospodarki wolnorynkowej [15].

W związku z wieloletnią już **dezaktywizacją** produkcyjną małych i względnie małych gospodarstw rolnych, która uległa nasileniu przede wszystkim po akcesji Polski do UE, wiele z tych gospodarstw nie ma charakteru rozwojowego. Jest to związane z wieloma uwarunkowaniami, w tym także natury rodzinnej i brakiem następców, jak również ze względu na świadomą rezygnację z produkcji rolniczej (pomimo formalnego posiadania gospodarstwa) wskutek wyboru korzystniejszej zarobkowo pracy poza własnym gospodarstwem. Wydaje się jednak, że **wielu właścicieli małych gospodarstw byłoby skłonnych realizować produkcję towarową lub łączyć ją z pracą zarobkową poza gospodarstwem, jeżeli zostałyby zlikwidowane bariery administracyjno-weterynaryjne w zakresie produkcji rolnej (w szczególności zwierzęcej) oraz sprzedaży produktów rolnych do stałych i bliskich punktów zbytu w ramach sprzedaży bezpośredniej typowych produktów rolnych, zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych [16].**

Należy stwierdzić, iż **głównymi warunkami rewitalizacji małych gospodarstw rolnych w Polsce, poza wsparciem rozwojowym (inwestycyjnym), jest liberalizacja przepisów i procedur administracyjno-weterynaryjnych oraz odblokowanie, a następnie wspieranie rynków zbytu dla wytwarzanych przez nie produktów rolno-żywnościowych.**

Aktywizacja małych i względnie małych gospodarstw rolnych jest obecnie specyficzną polską racją stanu, która powinna być wreszcie zrozumiana i upodmiotowiona w programach rozwoju społeczno-gospodarczego, w tym

1 Przeważnie za małe (drobne) gospodarstwa rolne uważa się gospodarstwa o powierzchni do 5 hektarów użytków rolnych. Szacuje się, że ich liczba wynosi w Polsce ok. 760 tysięcy (Patrz - Szafrńska M., Żmija J. – „Społeczne i ekonomiczne aspekty funkcjonowania drobnych gospodarstw rolnych w Polsce”, Wieś i Rolnictwo. Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa. Warszawa 2015. Nr 1/2015) [13]. W niniejszym opracowaniu, za małe gospodarstwa przyjęto (za GUS-em) gospodarstwa o powierzchni wynoszącej mniej niż 10 hektarów użytków rolnych. Aktualna liczba takich gospodarstw w Polsce wynosi aż 1040 tysięcy (73% populacji gospodarstw oraz ok. 60% użytków rolnych).

Według innych danych, liczba gospodarstw rolnych o powierzchni do 5 hektarów wyniosła w 2010 roku 887 tysięcy (637 tysięcy – prognoza na 2020 r.), natomiast liczba gospodarstw o powierzchni od 5 do 10 hektarów wyniosła w 2010 r. 355 tysięcy (280 tysięcy – prognoza na 2020 r.). Prognozuje się zatem, że liczba gospodarstw o powierzchni do 10 hektarów wyniesie w 2020 roku 917 tysięcy (Patrz - Michna W. – „Aktualizacja prognoz w zakresie struktury i liczby gospodarstw rolnych oraz pogłowia zwierząt gospodarskich w Polsce w perspektywie 2020 r., w świetle wstępnych wyników Spisu Rolnego 2010 r.”. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB. Warszawa 2011) [5].

2 Według autorów, **powszechnie głoszona teza o niskiej efektywności ekonomicznej małych gospodarstw rolnych jest nieprzekonywująca, przede wszystkim biorąc pod uwagę naturalnie realizowane przez te gospodarstwa (bezkosztowo i bezinwestycyjne) funkcje w zakresie ochrony środowiska oraz rolę, jaką spełniają społeczne.** Jest to związane, między innymi, z relatywnie niedużymi kosztami lokalnej infrastruktury oraz względnie tanią siłą roboczą pozyskiwaną z obszarów wiejskich. Istnienie małych gospodarstw gwarantuje również beznakładowe utrzymanie bioróżnorodności, zarówno w odniesieniu do naturalnie występujących roślin, jak również zwierząt dziko żyjących. W kontekście powyższych argumentów, **można sformułować tezę, iż równoległe do spadku liczby gospodarstw małych, bioróżnorodność będzie malała [2, 3].**

3 Patrz - Tomczak F. – „Rolnictwo industrialne u progu XXI wieku.”, Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa 2003, Nr 3/2003 [14].

regionalnych, a także w programach wsparcia budżetowego, kierowanego do rolnictwa, jego otoczenia rynkowego i przyrodniczego.

Z punktu widzenia gospodarstw mniejszych obszarowo, **niezwykle istotne jest odbudowanie i wspieranie rynków skupu produktów rolnych** (w szczególności wobec zniszczenia, bądź ograniczenia funkcjonowania w okresie transformacji po 1989 roku powszechnej wcześniej, a niezbędnej do funkcjonowania drobnych gospodarstw rolnych, spółdzielczości zaopatrzenia i zbytu),⁴ jak również **odbudowanie systemu powiązania tych gospodarstw z przetwórstwem rolno-żywnościowym** (poprzez rozwój lokalnego spółdzielczego przetwórstwa). Lokalna spółdzielczość zaopatrzenia i zbytu jest bardziej adekwatna dla małych gospodarstw rolnych, niż promowany obecnie model grup producenckich, które są bardziej uprzywilejowane nawet w odniesieniu do gospodarstw dużych, w przypadku produkcji intensywnej (np. ogrodniczej) i skoncentrowanej na danym terenie. Uznać można, że naprzeciwko tym potrzebom wychodzi przygotowywany w resorcie rolnictwa projekt ustawy o *spółdzielniach rolników*⁵[10].

Niestety, od 1997 roku, czyli od momentu uzyskania przez Polskę członkostwa w Światowej Organizacji Handlu (WTO – *World Trade Organization*) oraz od czasu akcesji Polski do UE w 2004 roku, **w dużym stopniu ograniczone zostały przepisami unijnymi i przepisami WTO możliwości zadowalającego wykorzystywania środków pomocy publicznej na cele wsparcia podmiotów produkcyjno-usługowych**. Sytuacja ta szczególnie niekorzystnie wpływa na rozwój podmiotów drobnych, najmniej konkurencyjnych, w tym małych gospodarstw rolnych, które z zasady powinny być wspierane przez państwo, zarówno w aspekcie inwestycyjno-modernizacyjnym jak i rynkowym. **Każda nowa forma wsparcia budżetowego danej grupy podmiotów gospodarczych musi być notyfikowana w Komisji Europejskiej oraz w Sekretariacie WTO** a także musi uzyskać zgodę lub co najmniej nie zostać zakwestionowana z punktu widzenia zobowiązań traktatowych, zaakceptowanych przez stronę polską.

Następną, **szczególną barierą rozwojową mniejszych obszarowo gospodarstw rolnych, zwłaszcza małych, są nadmiernie rozbudowane i niefunkcjonalne unijne przepisy administracyjno-weterynaryjne, dotyczące zwłaszcza chowu zwierząt gospodarskich oraz obrotu lokalnego produktami zwierzęcymi**. W praktyce, **zablokowana jest sprzedaż bezpośrednia produktów rolno-żywnościowych z gospodarstw rolnych** (zwłaszcza pochodzenia zwierzęcego).⁶ Jest to jedna z głównych przyczyn dezagregacji polskiej wsi. Prawie połowa polskich gospodarstw rolnych, w tym większość gospodarstw drobnych, ma charakter bezinwentarzowy, a więc nie posiada produkcji zwierzęcej. Ma to swoje wysoce niekorzystne skutki ekonomiczne (dochodowe),⁷ społeczne (zanika etos tradycyjnej pracowitości na

wsł i w rolnictwie, nasilają się zjawiska patologii społecznej) oraz przyrodniczo-krajobrazowe. Z polskiego krajobrazu znikają zwierzęta gospodarskie a powszechnym zjawiskiem, w szczególności w niektórych rejonach, są postępujące ugorry i zakrzaczenia. Zjawiska te znacząco osłabiają gwarancje krajowego bezpieczeństwa żywnościowego [2, 3]. Zapewnienie krajowego bezpieczeństwa żywnościowego, także na wypadek różnych kryzysów, jest jednym z głównych powodów opiekuńczej roli państwa w stosunku do powszechnych w Japonii drobnych gospodarstw rolnych.⁸

Wraz z upowszechnianiem się w teorii ekonomii (aczkolwiek powolnym), paradygmatu rozwoju zrównoważonego, na co niewątpliwie wpływ mają ogólnoświatowe porozumienia i dokumenty prospołeczne i proekologiczne,⁹ **coraz częściej negatywnie ocenia się skutki dotychczas realizowanego modelu rolnictwa industrialnego**. Ocenia się, że **na skutek intensyfikacji rolnictwa zniszczeniu uległo, w ostatnich pięćdziesięciu latach, ponad 75% bioróżnorodności** (roślin naturalnych i zwierząt dziko żyjących).¹⁰

Współcześnie, rozwój różnych krajów, w tym Polski, oparty jest coraz konsekwentniej na wcześniej opracowywanych strategiach rozwoju uwzględniających koncepcję rozwoju zrównoważonego. W Polsce obowiązująca jest w obecnej perspektywie finansowej UE – *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012 – 2020*. Jednocześnie, przygotowywany jest obecnie w odniesieniu do gospodarstw małych, w ramach PROW'u 2014 – 2020, *Program restrukturyzacji małych gospodarstw* [6]. W następstwie tego, należy oczekiwać spójnego, kompleksowego i zgodnego z potrzebami, programu rozwoju zrównoważonego małych i względnie małych gospodarstw (w tym większych od 10 hektarów użytków rolnych, ale kwalifikowanych poniżej 10 tysięcy euro wielkości ekonomicznej).

Celem niniejszego artykułu jest ocena adekwatności różnych proponowanych działań (dokumentów: strategicznych i operacyjnych), odnoszących się do rozwoju małych gospodarstw rolnych.

MAŁE I WZGLĘDNIE MAŁE GOSPODARSTWA ROLNE W STRATEGII ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WSI, ROLNICTWA I RYBACTWA NA LATA 2012 – 2020.

W Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012 – 2020, praktycznie rzecz biorąc, nie ma bezpośredniego odniesienia do małych gospodarstw

środków budżetowych w ramach systemu pomocy społecznej.

4 O tym, że taka forma spółdzielczości nie jest jednak reliktem odnoszącym się wyłącznie do centralnego systemu sterowania (systemu socjalistycznego), świadczy jej powszechność w rozdrobnionym rolnictwie japońskim, a więc w gospodarce wolnorynkowej.

5 Patrz - Sejmowy projekt ustawy o *spółdzielniach rolników*, przygotowany w VII kadencji Sejmu RP (Druk nr 612, z 2012 roku).

6 Rada Ministrów zaakceptowała w dniu 27 września 2016 roku projekt ustawy o *sprzedaży bezpośredniej*.

7 Niższe dochody rolnicze gospodarstw, zwłaszcza drobnych, wpływają bezpośrednio na wzrost potrzeb wspierania wielu rodzin rolniczych ze

8 Należy nadmienić, że po okresie II wojny światowej, **japońska wieś** (jak również rolnictwo, posiadające wówczas niespełna 5 mln hektarów użytków rolnych) **zapewniła zakwaterowanie i wyżywienie dla ponad 17 mln ludzi**, którzy nie mieli możliwości zamieszkania i wyżywienia w zniszczonych po wojnie miastach.

9 Ważne ogólnoświatowe porozumienia oraz dokumenty prospołeczne i proekologiczne warte uwagi to m.in.: **Porozumienie klimatyczne w Paryżu** (dokumenty tego porozumienia są obecnie w procesie ratyfikacji), **Agenda ONZ**, dotycząca rozwoju zrównoważonego, jak również **Encyklika Papieża Franciszka** pt. „*LAUDATO SI*” (Patrz - Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego - Nr 2/2015 oraz Nr 1/2016).

10 Por. materiały z konferencji EurActiv (wersja internetowa) – *Innowacyjne rolnictwo a odpowiedzialne państwo; kierunki rozwoju i instrumenty finansowania*. Warszawa, 29 kwietnia 2016 r.

rolnych, poza załącznikiem do Strategii [8, s. 91], gdzie stwierdza się, że „*odgrywają one relatywnie małą rolę w sensie produkcyjnym (m.in. ze względu na ich dezaktywizację produkcyjną po 2004 roku – dopisek autorów), jednakże pełnią ważną funkcję środowiskową i społeczną. Mimo małej zdolności produkcji towarowej posiadają one duży potencjał w wytwarzaniu tradycyjnej żywności lokalnej bądź produktów niszowych. Jednocześnie struktura działek rolnych gospodarstw małoobszarowych (o małej powierzchni) wnosi szczególną wartość w zachowanie walorów krajobrazowych i środowiskowych (np. mozaikowość i zmienność użytkowania użytków rolnych). Z drugiej strony, dużą słabością gospodarstw o małym areale użytków rolnych w Polsce jest ich stopień rozwoju gospodarczego, ponieważ prowadzą one najczęściej produkcję o charakterystyce zbliżonej do gospodarstw wielkoobszarowych, której opłacalność jest niska. Można, zatem uznać, że wyzwaniem stojącym przed tymi gospodarstwami jest dostosowanie profilu ich działalności produkcyjnej do potencjału produkcyjnego i środowiskowego.*”

Zdaniem autorów, w istocie, **małe gospodarstwa mają obecnie profil produkcyjny zbliżony do gospodarstw dużych**. Taka sytuacja wynika przede wszystkim z faktu, iż **wiele małych gospodarstw prowadzi jedynie produkcję roślinną i mało pracochłonną**, gdyż ze względu na brak własnego sprzętu rolniczego jest zmuszona korzystać z usług zewnętrznych (np. w uprawie kukurydzy na ziarno), bądź **wcale nie uprawia swoich gruntów ornych (jak również trwałych użytków zielonych)**, ponieważ są one użytkowane przez sąsiadujące z nimi gospodarstwa duże. Ponadto, gospodarstwa te często prowadzą produkcję rolną, która ogranicza się jedynie do tych kierunków produkcji (głównie roślinnych, mało pracochłonnych), które są objęte względnie łagodnymi rygorami administracyjnymi, a uzyskiwane produkty są łatwo zbywalne (np. ziarna zbóż).

Zasadnicza część „Strategii” ma charakter ogólny i nie odnosi się bezpośrednio do małych gospodarstw rolnych. Stwierdza się w niej [8, s. 17], że ogólnym celem rozwoju obszarów wiejskich, rolnictwa i rybactwa jest, obok poprawy jakości życia, „*efektywne wykorzystanie ich zasobów [...] dla zrównoważonego rozwoju kraju*”. W Strategii nie zawarto również bezpośredniego odniesienia do małych gospodarstw rolnych w omówieniu celów szczegółowych (oraz priorytetów tych celów).

Analizowana „Strategia” posiada szereg niedoskonałości natury merytorycznej, spośród których należałoby, przede wszystkim, zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- ❖ **W priorytecie 1.4.: „Zapobieganie i ograniczanie wykluczenia społecznego i aktywizacja mieszkańców obszarów wiejskich”** pominięto zagadnienie możliwości i potrzeby aktywizacji produkcyjnej małych gospodarstw rolnych ze względów dochodowych, zwłaszcza w rejonach gdzie występuje deficyt pozarolniczych miejsc pracy.
- ❖ **W priorytecie 3.1.: „Utrzymanie i poprawa jakości bazy produkcyjnej rolnictwa i rybactwa”** mało trafnie omówiona została kwestia stosowania *tradycyjnych instrumentów stabilizowania cen rolnych*¹¹, jak również, zbyt ogólnie nadmieniona została potrzeba poprawienia pozycji rynkowej gospodarstw rolnych.

❖ **W priorytecie 4.3.: „Dostosowanie struktur sektora rolno-żywnościowego do zmieniających się wyzwań w Polsce, UE i skali globalnej”** akcentuje się potrzebę prac nad opodatkowaniem dochodów uzyskiwanych z rolnictwa i majątku wykorzystywanego do prowadzenia działalności rolniczej. Jest to niezrozumiałe stwierdzenie wobec względnie niskiej opłacalności w typowych kierunkach produkcji rolniczej (poza działami specjalnymi), jak również wobec niskiego, wynoszącego zaledwie około 50% udziału dochodów z produkcji rolniczej w ogólnym dochodzie rolniczym (tj. po uwzględnieniu płatności bezpośrednich). Opodatkowanie rolniczego majątku produkcyjnego oznacza dodatkowe obniżenie opłacalności produkcji rolniczej i dochodów z tej produkcji.¹²

❖ **W priorytecie 5.1.: „Ochrona środowiska naturalnego w sektorze rolniczym i różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich”** wyeksponowano potrzebę uzależniania płatności bezpośrednich od spełniania wymogów zasady wzajemnej zgodności oraz potrzebę dalszego rozwoju gospodarstw ekologicznych. Niestety, całkowicie pominięto kwestię przyjaznego oddziaływania na środowisko naturalne małych i względnie małych gospodarstw rolnych.

Z punktu widzenia znaczenia małych gospodarstw rolnych dla zrównoważonego rozwoju, istotna jest ocena wskaźników monitorowania i realizacji omawianej Strategii. Za godne rozważenia powinno się uznać uwzględnienie, przy ocenie realizacji Celu 3. (*Bezpieczeństwo żywnościowe*), wskaźników dotyczących powierzchni użytków rolnych małych i względnie małych gospodarstw rolnych realizujących produkcję zwierzęcą (a tym samym stosujących głównie nawożenie organiczne) oraz powierzchni użytków rolnych gospodarstw ekologicznych. Ponadto, w Celu 3. Strategii proponuje się uwzględnienie wskaźnika *powierzchni użytków rolnych utrzymywanych w dobrej kulturze rolnej*. Zaznaczyć należy, że taki wskaźnik nie musi być jednoznaczny z proekologicznym gospodarowaniem, szczególnie w przypadku stosowania intensywnego nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony roślin.

Do oceny stanu realizacji Celu 5. Strategii (*Ochrona środowiska i adaptacja do zmian klimatu na obszarach wiejskich*) proponowany jest między innymi wskaźnik *zmiana wskaźnika liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego*. Niezbędne byłoby też uwzględnienie w tym wskaźniku typowych zwierząt niefruwających, chociaż ustalenie ich liczebności jest znacznie trudniejsze niż w przypadku ptaków. Istotne byłoby również wzięcie pod uwagę wskaźnika oceny liczebności pszczoł i innych gatunków zapylających.

Reasumując, należy stwierdzić, iż oceniana **Strategia jest z natury swojej wieloaspektowa i nakreśla ogólnie sformułowane niezbędne cele i warunki rozwoju zrównoważonego wsi, rolnictwa i rybactwa**. Niestety, jak wykazano, nie ze wszystkimi sformułowaniami i interpretacjami zawartymi w Strategii można się zgodzić. **Podstawowym mankamentem Strategii jest niedocenianie znaczenia naturalnie przyjaznego oddziaływania na**

11 Obecne możliwości oddziaływania na ceny rolne są bardzo ograniczone.

12 W dalszej części tekstu zwrócono uwagę na potrzebę promowania spółdzielczości i grup producenckich na rynku rolno-żywnościowym, z czym, zdaniem autorów niniejszego opracowania, należałoby się zgodzić.

środowisko, dominujących liczebnie, małych gospodarstw rolnych (wręcz podkreśla się niską świadomość ekologiczną mieszkańców obszarów wiejskich), jak również niedoceniające znaczenia tych gospodarstw w kształtowaniu bezpieczeństwa żywnościowego, zwłaszcza potencjalnie, w okresach kryzysowych.

MAŁE I WZGLĘDNIE MAŁE GOSPODARSTWA ROLNE W DOKUMENTACH OPERACYJNYCH

Program Restrukturyzacja małych gospodarstw (PROW 2014-2020)

Program ten w zakresie poruszanej problematyki jest zbliżony do Programu wsparcia dla gospodarstw niskotowarowych, realizowanego w pierwszej po akcesji Polski do UE perspektywie finansowej, w ramach PROW'u 2004 – 2006. Jest to, zatem pozytywny aspekt wprowadzonych zmian w stosunku do perspektywy 2007 – 2013, w której zrezygnowano ze specjalnego programu adresowanego do gospodarstw małych [9]. Niestety, Program *Restrukturyzacja małych gospodarstw* jest mniej dostępny dla rolników (wskutek obwarowania wieloma warunkami i zobowiązaniami), niż niejako egalitarny, ograniczony jedynie pulą środków przeznaczonych na wsparcie, wspomniany program dla gospodarstw niskotowarowych. Katalog tych ograniczeń obejmuje między innymi następujące warunki¹³ [7]:

Rolnik musi być ubezpieczony w Kasie Rolniczego Ubezpieczenia Rolników. Nie może zatem pracować poza gospodarstwem, co ewidentnie leży w sprzeczności z charakterem gospodarstw drobnych, których istotą jest ich dwuzawodowość.

O objęciu danego rolnika Programem decyduje kolejność na liście ustalanej na podstawie ilości punktów uzyskanych przez rolników wnioskodawców.

- ❖ Rolnik musi posiadać biznesplan, w którym zobowiązuje się do osiągnięcia wielkości ekonomicznej gospodarstwa do kwoty minimum w wysokości 10 tysięcy euro (czyli równowartości ok. 40 tysięcy złotych nadwyżki bezpośredniej – dochodu rolniczego).
- ❖ Rolnik musi uczestniczyć w unijnym lub krajowym systemie jakości.
- ❖ Rolnik musi prowadzić ewidencję przychodów i rozchodów w gospodarstwie.
- ❖ Rolnik objęty Programem nie może korzystać ze wsparcia w ramach PROW'u na rozwój działalności pozarolniczej.

Ocena wymienionych warunków uczestniczenia w Programie¹⁴ [4] upoważnia do stwierdzenia, że nie będzie on powszechny i dostępny dla przeciętnych właścicieli małych gospodarstw. Będzie on miał głównie elitarny charakter,

a beneficjenci będą się rekrutowali z rodzin zamożnych, posiadających zakumulowane środki, do zainwestowania w małe gospodarstwo w celu jego dalszego wzrostu i rozwoju. Wsparcie rozwojowe deklarowane w ramach Programu, wynoszące kwotę 60 tysięcy złotych na gospodarstwo, jest nieznaczące w stosunku do ogółu potrzeb inwestycyjno-modernizacyjnych typowego małego gospodarstwa. Nie można wykluczyć sytuacji, w której wiele gospodarstw objętych Programem będzie pochodziło z zakupu, w celu aplikowania o wsparcie rozwojowe.

Program ten będzie więc jedynie nieznaczącym przyczynkiem do masowej aktywizacji produkcyjnej małych gospodarstw rolnych w Polsce.

Projekt ustawy o spółdzielniach rolników

Prace nad ożywieniem i rozwojem spółdzielczości rolników w Polsce trwają od kilku lat. W niniejszym opracowaniu poddaje się analizie dostępny sejmowy projekt ustawy o *spółdzielniach rolników* z 2012 roku (Druk nr 612). Zakłada się, że zawiera on najistotniejsze propozycje regulacji, które będą wdrożone w najbliższym czasie na podstawie ostatecznej rządowej wersji ustawy, przygotowywanej aktualnie w resorcie rolnictwa.

W analizowanym projekcie proponuje się, aby nowe spółdzielnie, tworzone z inicjatywy rolników, mogły być zakładane, przez co najmniej 5 członków (art. 4, ust. 1). Miałyby to na celu upowszechnienie spółdzielni, jako podstawowej i pierwotnej formy organizacji rynku rolnego. Jednocześnie dopuszcza się możliwość dostosowania się aktualnie funkcjonujących spółdzielni zaopatrzenia i zbytu do nowych przepisów „w ciągu dwóch lat od dnia wejścia w życie ustawy” (art. 18, ust. 1), przy czym nie stanowiłoby to prawnego obowiązku przekształcania się spółdzielni działających na wsi w spółdzielnie rolnicze funkcjonujące zgodnie z nowymi zasadami a jedynie możliwość dobrowolnego przekształcenia. Spółdzielnie te byłyby organizowane w spółdzielnie powiatowe, wojewódzkie i ogólnokrajowe (lub związki spółdzielni).

Celem działalności gospodarczej spółdzielni rolników (art. 3) byłyby, między innymi, działania, takie jak: planowanie produkcji, przechowywanie produktów rolnych, koncentracja podaży i organizowanie sprzedaży, czy zaopatrywanie rolników w środki produkcji.¹⁵ Tak rozległy wachlarz działań

15 Zgodnie z treścią art. 3. projektu ustawy o spółdzielniach rolników:

„1. Celem działalności gospodarczej spółdzielni rolników jest prowadzenie przez rolników-producentów wspólnej działalności na rzecz ich gospodarstw rolnych, w tym:

- 1) planowanie produkcji i dostosowywanie jej do warunków rynkowych ze szczególnym uwzględnieniem jej ilości i jakości,
- 2) przechowywanie, konfekcjonowanie i standaryzacja produktów rolnych,
- 3) koncentracja podaży oraz organizowanie sprzedaży produktów rolnych,
- 4) przetwarzanie produktów rolnych i organizowanie sprzedaży produktów przetwórstwa,
- 5) zaopatrzenie rolników-producentów w środki do produkcji,
- 6) świadczenie usług mechanizacyjnych związanych z produkcją rolną
- 7) stosowanie i upowszechnianie korzystnych dla środowiska metod uprawy, technologii produkcji i metod gospodarki odpadami.

2. Statut spółdzielni rolników może przewidywać prowadzenie innej działalności na rzecz swoich członków i środowiska, w którym działa spółdzielnia, w szczególności: usługowej, społeczno-kulturalnej, edukacyjnej i ekologicznej, o ile nie stoi to w sprzeczności z zasadni-

13 Patrz – Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Wsi z dnia 23 października 2015 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania wypłaty oraz zwrotu pomocy finansowej na operacje typu „Restrukturyzacja małych gospodarstw” w ramach poddziałania „Pomoc na rozpoczęcie działalności gospodarczej na rzecz rozwoju małych gospodarstw” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020.

14 Patrz – IRWiR PAN, ECORYS Polska Sp. z o.o., IUNG PIB – „Ocena ex-ante Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020”, (wersja internetowa – wrzesień 2016 r.).

wydać się być zadowalający.

Proponowane jest wsparcie budżetowe dla tworzonych spółdzielni, poprzez zwolnienia z podatku od spadków i darowizn, zwolnienia z podatków i opłat lokalnych oraz podatku dochodowego od osób prawnych. Te instrumenty mają charakter pomocy publicznej i wymagają zarówno notyfikacji, jak i akceptacji Komisji Europejskiej. Być może będzie to największa przeszkoda we wdrożeniu proponowanej ustawy. **Trzeba podkreślić, że bez pomocy budżetowej spółdzielnie rolników nie mają szans na powstawanie i funkcjonowanie. Jako przykład, świadczyć o tym może powszechna, a zarazem wspierana ze środków budżetowych, spółdzielczość rolnicza w Japonii.**

System dla małych gospodarstw

Ułatwienia w obowiązujących unijnych przepisach administracyjno-weterynaryjnych (w *zasadzie wzajemnej zgodności*), uciążliwych dla małych gospodarstw rolnych, zaproponowano na bieżącą perspektywę finansową UE (2014 - 2020) już w 2013 roku.¹⁶ *Zasada wzajemnej zgodności* zobowiązuje rolnika do właściwego uwzględniania w procesie produkcji aspektów środowiskowo-klimatycznych, a także w zakresie kultury rolnej, zdrowia publicznego, ochrony zdrowia zwierząt i roślin oraz tzw. dobrostanu zwierząt. Rolnicy prowadzący małe gospodarstwa, którzy zadeklarowali udział w systemie płatności dla małych gospodarstw, są zwolnieni z przestrzegania tej zasady, w tym z kontroli¹⁷ z powyższego zakresu. Niestety, z tego systemu wyłączono przepisy i procedury weterynaryjne, szczególnie uciążliwe dla małych gospodarstw, ograniczające sprzedaż bezpośrednią z gospodarstw a w rezultacie zniechęcające do prowadzenia produkcji zwierzęcej, a tym samym stymulujące dezagraryzację wsi i rolnictwa. Ponadto, na produkcję zwierzęcą w małych gospodarstwach rolnych równie destrukcyjnie oddziałuje administracyjny system ewidencji i identyfikacji zwierząt gospodarskich (kolczykowanie). W związku z tym, powinien on być również zliberalizowany w odniesieniu do tych gospodarstw, w szczególności w zakresie dotyczącym zwierząt ubijanych na potrzeby własne.

Do *Systemu małych gospodarstw* mogli zgłaszać się rolnicy (tylko w 2015 r.), którzy otrzymują płatności bezpośrednie w kwocie niższej niż 1250 euro.¹⁸ Oznacza to, że zainteresowanie Systemem może być w Polsce niewielkie, ponieważ w praktyce obejmuje on gospodarstwa najmniejsze, nieaktywne produkcyjnie oraz prowadzone przez osoby pracujące poza rolnictwem lub starsze. System nie będzie miał więc znaczącego wpływu na ożywienie produkcyjne gospodarstw

małych, tym bardziej, że nie liberalizuje najistotniejszych barier administracyjnych i weterynaryjnych, ograniczających produkcję zwierzęcą, nawet na potrzeby własne. Niemniej jednak, system ten, ze względu na uproszczoną formę, będzie zadowalający dla administracji Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

WNIOSKI

Jak wynika z przeprowadzonej analizy, paradygmat – myślenie kategoriami rozwoju zrównoważonego (rolnictwa, wsi i otoczenia ekologicznego), to znaczy o charakterze wieloaspektowym, jest widoczne zarówno w *Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012 – 2020*, jak również w *Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020*. Ponadto, także inne dokumenty i działania operacyjne obejmują w swojej istocie poszczególne aspekty idei rozwoju zrównoważonego.

Małe i względnie małe gospodarstwa rolne, zostały w *Strategii* omówione jedynie w formie implicytnej. Dokumenty i działania operacyjne, odnoszące się do gospodarstw małych są nadal zdominowane koncepcją modelu industrialnego rozwoju rolnictwa i wsi. Przez rozwój tych gospodarstw najczęściej rozumie się wzrost ich wielkości i skali produkcji (koncentrację), co przeważnie wiąże się z niekorzystnym oddziaływaniem na środowisko naturalne, pomimo zalecanych i obowiązujących standardów prośrodowiskowych. O takim podejściu świadczy też **Program restrukturyzacja małych gospodarstw**, wymuszający wręcz wzrost rozmiarów danego gospodarstwa. Program ten będzie miał w głównej mierze charakter elitarny, ponieważ będzie dotyczył nieznacznej liczby gospodarstw, ze względu na ograniczone środki budżetowe, jak również, ze względu na trudne i różnorodne warunki uczestnictwa w nim.

Nie ma obecnie działań, które pozwalałyby na powszechną aktywizację produkcyjną małych gospodarstw (wobec ich małej aktywności produkcyjnej), przy równoczesnych działaniach pozwalających na unowocześnianie i racjonalizację ich potencjału produkcyjnego. Punktem wyjścia do takich działań może być wdrożenie ustawy o *spółdzielniach rolników* (wobec rozpadu lub ograniczenia działalności spółdzielczości zaopatrzenia i zbytu), ale **sam proces rewitalizacji i aktywizacji produkcyjnej** (podobnie jak spółdzielczość rolników) **musi być wspierany przez Państwo.** Spółdzielczość rolników, to jednak tylko jeden z wielu warunków powszechnej i kompleksowej rewitalizacji i aktywizacji produkcyjnej małych gospodarstw. Do innych warunków zaliczyć należy „odblokowanie” sprzedaży bezpośredniej produktów (w tym przetworzonych) z gospodarstw rolnych (niezbędne jest jak najszybsze wdrożenie przygotowywanej ustawy) oraz **zliberalizowanie uciążliwych, zwłaszcza dla małych gospodarstw rolnych, przepisów i procedur administracyjno-weterynaryjnych**, w stopniu większym niż jest to zawarte w *Systemie dla małych gospodarstw*.

W kwestii pozostałych aspektów rozwoju zrównoważonego, to od momentu akcesji Polski do UE są one uwzględniane w kolejnych programach PROW. Dotyczy to zarówno aspektu ekologicznego (poprzez programy rolno

czym celem jej działalności określonym w ust. 1.

3. Przychody z działalności, o której mowa w ust. 2 nie mogą przekroczyć 25% ogólnych przychodów spółdzielni.”

16 Patrz - Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 1306/2013 oraz Nr 1307/2013 [11, 12].

17 We wdrożonym w Polsce *Systemie dla małych gospodarstw* formalnie nie zwolniono ich z przestrzegania zasady wzajemnej zgodności, natomiast zwolniono je z kontroli dotyczących tej zasady. Gospodarstwa małe są zwolnione z tzw. *obowiązku zazielenienia*, wprowadzonego po raz pierwszy w bieżącej perspektywie finansowej (Patrz - Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa – „System dla małych gospodarstw”. Informacja internetowa – wersja z września 2016 r.) [1].

18 Dotyczy to gospodarstw o powierzchni wynoszącej do 5 - 6 hektarów użytków rolnych. Gospodarstwa takie powinny mieć powierzchnię minimum 1 hektara użytków rolnych i otrzymywać minimum 200 euro płatności bezpośrednich.

środowiskowe), jak również aspektu społecznego (poprzez wsparcie rozwoju pozarolniczych miejsc pracy na wsi).

Rewitalizacja i powszechna aktywizacja produkcji na większości małych i względnie małych polskich gospodarstw rolnych byłaby z naturalnych względów korzystna (bez potrzeby zwiększania wsparcia budżetowego) dla rozwoju zrównoważonego wsi, rolnictwa i jego otoczenia ekologicznego.

LITERATURA

- [1] **AGENCJA RESTRUKTURYZACJI I MODERNIZACJI ROLNICTWA. 2016.** System dla małych gospodarstw. (wersja internetowa, wrzesień 2016 r.).
- [2] **GRUCHELSKI M., J. NIEMCZYK. 2014.** „Potrzeby i niezbędne działania w zakresie aktywizacji gospodarczo-społecznej i ekologicznej małych gospodarstw rolnych”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2/2014: 146-150.
- [3] **GRUCHELSKI M., J. NIEMCZYK. 2011.** „Znaczenie drobnotowarowych gospodarstw rolnych; jak je skutecznie wspierać”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1/2011: 112-116.
- [4] **IRWIR PAN, ECORYS POLSKA SP. Z O. O. IUNG PIB. 2016.** Ocena ex-ante Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020. (wersja internetowa, wrzesień 2016 r.).
- [5] **MICHNA W. 2010.** Aktualizacja prognoz w zakresie struktury i liczby gospodarstw rolnych oraz pogłowia zwierząt gospodarskich w Polsce w perspektywie 2020 r., w świetle wstępnych wyników Spisu Rolnego 2010 r. Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB.
- [6] **MINISTERSTWO ROLNICTWA I ROZWOJU WSI. 2016.** Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020. (wersja internetowa, wrzesień 2016 r.).
- [7] **MINISTERSTWO ROLNICTWA I ROZWOJU WSI. 2015.** Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 października 2015 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania wypłaty oraz zwrotu pomocy finansowej na operacje typu „Restrukturyzacja małych gospodarstw” w ramach poddziałania „Pomoc na rozpoczęcie działalności gospodarczej na rzecz rozwoju małych gospodarstw” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 – 2020 (Dz. U. z dnia 6 listopada 2015 r., poz. 1813). (wersja internetowa, wrzesień 2016 r.).
- [8] **MINISTERSTWO ROLNICTWA I ROZWOJU WSI. 2016.** Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012 – 2020. (wersja internetowa, wrzesień 2016 r.).
- [9] **PARLAMENT EUROPEJSKI. 2013.** Projekt Rezolucji Parlamentu Europejskiego w sprawie małych gospodarstw rolnych (2013/2096(INI)). (wersja internetowa, wrzesień 2016 r.).
- [10] **SEJM RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ. 2012.** Projekt ustawy o spółdzielniach rolników. Sejm Rzeczypospolitej Polskiej – VII kadencja. Druk nr 612. (wersja internetowa – wrzesień 2016 r.).
- [11] **PARLAMENT EUROPEJSKI. 2013.** Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE): Nr 1306/2013. (wersja internetowa z 2013 roku).
- [12] **PARLAMENT EUROPEJSKI. 2013.** Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE): Nr 1307/2013. (wersja internetowa z 2013 roku).
- [13] **SZAFRAŃSKA M., J. ŻMIJA. 2015.** Społeczne i ekonomiczne aspekty funkcjonowania drobnych gospodarstw rolnych w Polsce. Warszawa: Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa. *Wiś i Rolnictwo* 1/2015.
- [14] **TOMCZAK F. 2003.** Rolnictwo industrialne u progu XXI wieku. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej.
- [15] **WOŚ A., J. ZEGAR. 2002.** Rolnictwo społecznie zrównoważone. Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej.
- [16] **ZEGAR J. 2012.** Gospodarstwa rodzinne wobec wyzwań żywienia i ochrony środowiska. Warszawa: Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa. *Wiś i Rolnictwo* 4/2012.

Dr Marek PAWŁOWSKI
Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie
Mgr Anna KUŁAKOWSKA
Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania
Dr Zdzisław PIĄTKOWSKI
Dr Renata SAJECKA
Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie

STOSOWANIE EMPOWERMENTU W PRAKTYCE PAŃSTWOWYCH I PRYWATNYCH PRZEDSIĘBIORSTW Część I[®]

Applying empowerment in practice national and of private companies Part I[®]

Słowa kluczowe: Empowerment, respondenci, metody i techniki zarządzania, turbulentne otoczenie, państwowe i prywatne przedsiębiorstwa.

Artykuł prezentuje wyniki badań dotyczących stosowania Empowermentu w praktyce państwowych i prywatnych przedsiębiorstw. Upelnomocnienie się pracowników w obszarach funkcjonowania przedsiębiorstw, zachowań i motywacji, ich podstawowych wartości i percepcji jest niezwykle istotne. Badania uwiarygodniają tezę, iż niezbędne jest wcześniejsze mentalne przygotowanie/modyfikacja świadomości pracowników na zmiany w tych obszarach.

Key words: Empowerment, respondents, methods and management techniques, turbulent surroundings, national and private companies.

The article is presenting findings concerning applying Empowerment in practice national and of private companies. Authorizing oneself of employees in areas of functioning of enterprises, behaviours and motivation, their core values and the perception is unusually essential. Examinations are lending credence to the thesis that it is essential earlier mental prepare/alteration of the awareness of employees for changes in these areas.

WPROWADZENIE

XXI wiek jest okresem generowania wielokulturowej formy cywilizacji, prowadzącej do zmniejszenia przewidywalności sposobów pełnienia ról, zróżnicowanych i zmiennych wizji przyszłości, gdzie nieprzewidywalne lojalności wewnątrz i na zewnątrz organizacji doprowadzają do kompletnej redefinicji miejsca i roli pracowników w firmach bez granic. W takiej sytuacji Empowerment jest źródłem szans i zagrożeń dla organizacji działającej w warunkach technologicznych, gdzie metody produkcji pozwalają na eliminację pracy człowieka oraz umożliwiają wysoki poziom kontroli i manipulacji państwa jego środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym. Empowerment przygotowuje pracowników fizycznie i mentalnie na stresy wynikające z turbulencji otoczenia, wielości pomieszanych kodów językowych, organizacji bez przeszłości i małej przewidywalności sposobów pełnienia ról. Obecnie w warunkach totalnej globalizacji obserwujemy sterowaną odgórnie eksplozję nowych filozofii działania, przewartościowań moralnych i kulturowych oraz komputerowe wspomaganie koncepcji, technik i metod zarządzania. Tendencje te będą ulegały dynamicznym zmianom, minimalizując role i znaczenie pracowników w organizacji.

GENEZA EMPOWERMENTU

Podwaliny teoretyczne koncepcji empowermentu zostały stworzone znacznie wcześniej niż nam się wydaje i mają złożony rodowód. Początek empowermentu można odnaleźć w kierunku Human Relations nurtu behawiorystycznego, humanizacji pracy oraz takich metodach zarządzania, jak np. wzbogacanie i rozszerzanie pracy, zarządzanie przez partycypację a także zarządzanie przez delegowanie uprawnień [1, s. 67].

Już w czasach powstania szkoły stosunków międzyludzkich w działalności E. Mayo zaczęto zwracać uwagę na rolę i znaczenie czynnika ludzkiego w zarządzaniu. Na współczesne rozumienie procesów zachodzących w systemie społecznym organizacji wywarli wpływ przede wszystkim behawiorysty i tak: A. Maslow zwrócił uwagę na potrzeby człowieka, D. McGregor pisał o samorealizacji a I. March i H. Simon przyczynili się do lepszego rozumienia wzorów zachowań w organizacji [4, s. 42-43].

Według M. Bugdola u podstaw empowermentu stoją podstawowe teorie motywacji i społecznego uczenia się oraz koncepcje samozarządzania, projektowania pracy i udziału pracowników w podejmowaniu decyzji [4, s. 46].

J. Brilman zauważa, że pojęcie empowerment „nabrało znaczenia od momentu, kiedy zaczęto wdrażać techniki zarządzania jakością totalną (TQM), bardziej orientować przedsiębiorstwa na klientów, kształtować reaktywny lub raczej proaktywny charakter przedsiębiorstw, dążyć do skracania cykli wytwarzania i podejmowania decyzji” [3, s. 347].

DEFINIOWANIE EMPOWERMENTU

Empowerment nie jest rozumiany jednoznacznie. Konceptja ta ma liczne oblicza (postacie) i bywa utożsamiana z zaangażowaniem pracowników, partycypacją załogi w zarządzaniu przedsiębiorstwem czy z delegowaniem władzy na niższe szczeble zarządzania. Sam termin w polskiej literaturze przedmiotu występuje i w wersji oryginalnej, tzn. empowerment, lub jest najczęściej tłumaczony jako „uppełnomocnienie” czy „uprawnianie” [1, s. 67].

Na założenia koncepcji empowermentu ogromny wpływ wywarły J.A. Conger oraz R.N. Kanungo. Zdefiniowały one empowerment jako proces zwiększania poczucia własnej skuteczności wśród członków organizacji dzięki zidentyfikowaniu warunków, które powodują niemoc (bezsilność) w ich usunięciu zarówno poprzez wykorzystanie odpowiednich praktyk organizacyjnych, jak i nieformalnych technik uzyskiwania (zapewniania) informacji na temat efektywności własnej pracowników (self-efficiency information) [1, s. 67-68; 10, s. 2].

Współcześnie w definiowaniu empowermentu kładzie się nacisk na różne ważne kwestie, tj. m.in. na:

- „dynamikę procesu redystrybucji władzy” (uprawnień do podejmowania decyzji) pomiędzy zarządzającymi a pracownikami, uzasadniając to koniecznością spełniania coraz większych oczekiwań klientów;
- zachęcanie pracowników, aby chcieli myśleć strategicznie i ponosić indywidualną odpowiedzialność za jakość swojej pracy;
- stymulowanie takich zachowań pracowników, które w większym stopniu zapewniają zadowolenie klientów i usprawnia funkcjonowanie organizacji [1, s. 68].

M. Lee, i J. Koch uznali, że pojęcie empowermentu jest bliskie innym pojęciom, także tym, związanym z zarządzaniem, np.: delegowanie władzy; motywowanie; własność pracownika; autonomia; samodeterminacja; samozarządzanie; samokontrola; wpływ na samego siebie; „przywódca dla siebie”; wysoki poziom zaangażowania; zarządzanie partycypacyjne [4, s. 47].

Bogata literatura przedmiotu wskazuje na wieloaspektowość empowermentu i dowodzi, że może być on traktowany jako:

- sposób zachowania się i postępowania przełożonych zmierzających do obdarzenia władzą podwładnych;
- umiejętność samodzielnego pracowania;
- udzielanie wolności (wolności decydowania o istotnych sprawach organizacji);
- postawa przełożonych zmierzająca do odkrycia potencjału (zdolności) tkwiącego w każdym pracowniku;

- wzrastające możliwości podwładnych;
- techniki zarządzania partycypacyjnego;
- wewnętrzne zadania motywacyjne;
- przekonanie o skuteczności własnych działań na tle innych uczestników organizacji [4, s. 46].

Analiza dokonana przez N.D. Lincolna, Ch. Traversa, P. Ackersa i A. Wilkinsona wykazała wiele różnic w interpretacji pojęcia empowerment. Mogą dotyczyć one:

- procesu wzrostu poziomu świadomości pracowników, ich przekonania, że są lepsi (tj. wydajniejsi) niż współpracownicy;
- delegowania władzy i uprawnień w celu zwiększenia samoskuteczności;
- procesu psychicznego odłączenia się od spraw, które są sędowane na innych (zbyt wielu przełożonych delegując władzę nie dystansuje się od zadań wykonywanych przez uprawomocnionych podwładnych);
- sposobu sprawowania kontroli (zwiększenie samodzielności, autonomii);
- idei zarządzania zasobami ludzkimi (gdy pracownicy są uprawomocnieni i w pełni zaangażowani);
- rodzaju umowy społecznej, psychologicznego kontraktu między przełożonymi a podwładnymi [4, s. 46-47].

Nadrzędnym celem empowermentu jest poprawa jakości działania poprzez wzmocnienie i usamodzielnienie pracowników [10, s. 1].

ISTOTA KONSEPCJI EMPOWERMENTU

Empowerment to koncepcja zarządzania wymagająca od kadry kierowniczej zaufania do pracowników. Dla jej skutecznego wdrażania konieczne jest nadanie im odpowiednich uprawnień i niezależności, które pozwoliłyby im samodzielnie rozwiązywać pojawiające się problemy [5].

Według J. Szaban „empowerment to proces dzielenia się władzą z pracownikami, dzięki któremu wzmacnia się ich wiarę w możliwości wykonywania przez nich pracy i to, że mają oni wpływ na to, co dzieje się w organizacji”. Autorka dodaje, że „proces taki czyni pracowników ważnymi dla siebie samych i dla organizacji” [11, s. 105].

Wybitni specjaliści skupieni wokół K. Blancharda uznają, że empowerment „to proces wyzwolenia władzy drzemącej w pracownikach – ich wiedzy, doświadczenia i motywacji – oraz ukierunkowanie tej siły na osiąganie wyników” [2, s. 58].

Empowerment oznacza dzielenie się informacjami, autonomię w zakresach obowiązków, branie odpowiedzialności za realizowane zadania. Ponoszenie przez ludzi większej odpowiedzialności za swe zachowanie czasem nazywamy uppełnomocnianiem [9, s. 332].

Jak zauważa I. Marzec empowerment pozwala wszystkim pracownikom stawić czoło pojawiającym się wyzwaniom, pozwala szybko reagować na zachodzące w otoczeniu zmiany. W burzliwym środowisku, w którym niemożliwe

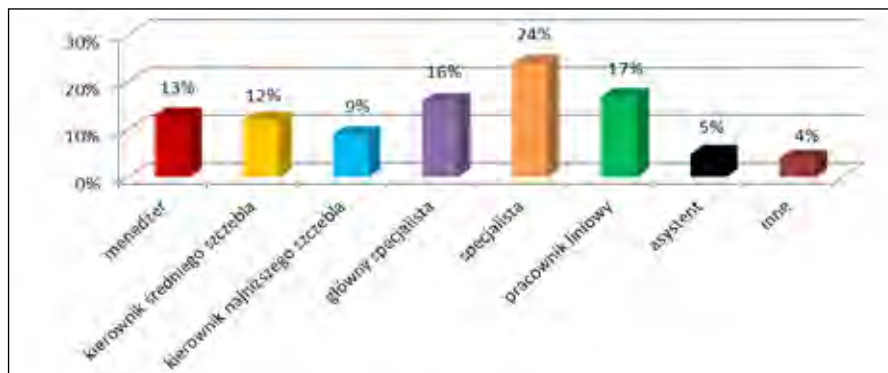
jest przewidzenie wszystkich mogących się pojawić sytuacji, działania zrutynizowane stają się niewystarczające. Pracownicy wyszkoleni do funkcjonowania w trudnych warunkach mogą działać w nich samodzielnie, szybko podejmując niezbędne w danych okolicznościach decyzje [10].

Nadrzędnym celem empowermentu – jak stwierdzają D.E. Bowen i E.E. Lawler, jest poprawa jakości działania poprzez wzmocnienie i usamodzielnienie pracowników [10].

Poprzez empowerment powinniśmy uzyskać zwiększone zaangażowanie pracowników, a przez to ich satysfakcję, zadowolenie klientów i doskonalenie organizacji. Wielu badaczy dowiodło, że istnieje związek między empowermentem a ogólnymi zyskami firmy [2, s. 59].

ANALIZA I INTERPRETACJA BADAŃ EMPIRYCZNYCH

Przedmiotem analizy jest kontynuacja i weryfikacja badań ankietowych przeprowadzonych w 2009 roku [7]. Obecne badania przeprowadzono w okresie od lutego do kwietnia 2016 roku w państwowych i prywatnych przedsiębiorstwach różnej wielkości. Analizą objęto 500 respondentów. Otrzymano 168 wypełnionych ankiet.

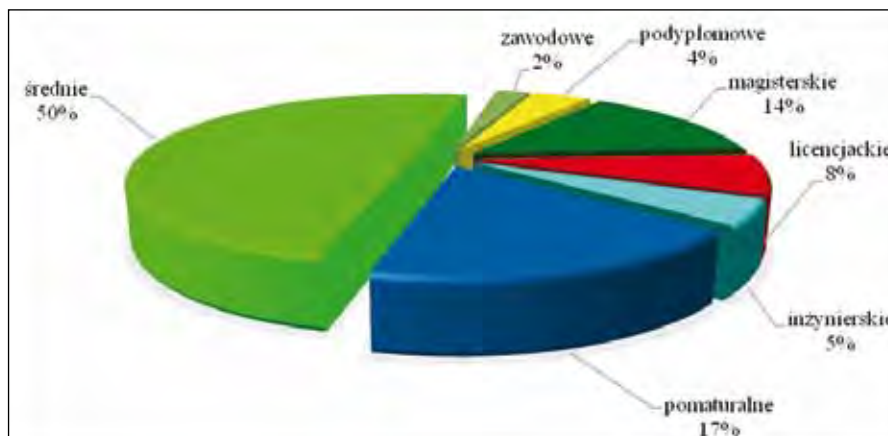


Rys. 1. Stanowiska pracy respondentów.

Fig. 1. Workstations of respondents.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)



Rys. 2. Wykształcenie respondentów.

Fig. 2. Educating respondents.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)

Z analizy uzyskanych danych uwidocznionych na rysunku 1 wynika, że wśród respondentów najwięcej było osób pełniących obowiązki specjalistów. Specjaliści stanowili aż 40 osobową grupę (24% ogółu osób ankietowanych). Nieco mniejszą grupę stanowili referenci – 31 osób (18% ogółu ankietowanych) i samodzielni specjaliści – 26 osobową grupę (16% ogółu osób ankietowanych). Badaniami objęto także kierowników średniego i najniższego szczebla oraz menedżerów. Pierwsza grupa z tych respondentów była 19 osobowa (12% ogółu osób ankietowanych). Nieco większa, liczna, bo 21 osób (13% ogółu osób ankietowanych) była grupa menedżerów, natomiast kierownicy najniższego szczebla stanowili 16 osobową grupę respondentów (9% ogółu osób ankietowanych). Wśród respondentów znaleźli się także pracownicy liniowi oraz asystenci. Pierwsza ze wskazanych grup była 31 osobowa (17% ogółu osób ankietowanych), natomiast druga 8 osobowa (5% ogółu osób ankietowanych). Prócz wskazanych już grup respondentów spośród badanej zbiorowości można wyróżnić jeszcze jedną, określoną mianem „inni” grupę osób ankietowanych. Tą najmniejszą liczną, bo 7 osobową grupę (4% ogółu respondentów) stanowili respondenci zatrudnieni na innych, niż wskazane wcześniej stanowiska. Pracowali oni jako: przedstawiciel handlowy, pracownik biurowy, sprzedawca, kelner, kontroler jakości, koordynator i recepcjonistka.

Porównując wskazania respondentów z badaniami z 2009 roku [8] zauważamy wzrost liczby zatrudnionych pracowników na stanowiskach: specjalistów (6% w stosunku do wskazań respondentów z 2009 roku) i pracowników liniowych (10% w stosunku do wskazań respondentów z 2009 roku). Tylko o 4% w stosunku do wskazań respondentów z 2009 roku wzrosło zatrudnienie na stanowisku menedżerskim i kierowników najniższego szczebla zarządzania.

Porównując wskazania respondentów z badaniami z 2009 roku [8] zauważamy wzrost liczby zatrudnionych pracowników na stanowiskach: specjalistów (6% w stosunku do wskazań respondentów z 2009 roku) i pracowników liniowych (10% w stosunku do wskazań respondentów z 2009 roku). Tylko o 4% w stosunku do wskazań respondentów z 2009 roku wzrosło zatrudnienie na stanowisku menedżerskim i kierowników najniższego szczebla zarządzania.

Analizując dane dotyczące wykształcenia respondentów przedstawione na rysunku 2, można zauważyć, że najbardziej liczna jest grupa osób z wykształceniem średnim – 83 osoby (50% ogółu osób ankietowanych). Drugą grupę pod względem wielkości wskazań stanowią osoby z wykształceniem pomaturalnym – 29 osób (17% ogółu osób ankietowanych). Trzecia 24 osobowa (14% ogółu osób ankietowanych) grupa osób wskazała natomiast, że posiada wykształcenie magisterskie. Tylko 13 osób (5% ogółu osób ankietowanych) wskazała, że posiada wykształcenie licencjackie, a 8 osób (5% ogółu osób ankietowanych) inżynierskie. Wśród ogółu respondentów było 7 osób (4% ogółu osób ankietowanych) z wykształceniem podyplomowym i tylko 4 osoby (2% ogółu osób ankietowanych) z wykształceniem zawodowym. Nieco inaczej kształtowało się wykształcenie respondentów w badaniach przeprowadzonych

w 2009 roku. Najliczniejszą grupę stanowili wtedy respondenci z wykształceniem pomaturalnym (29,2% ogółu wskazań respondentów). Nieco mniej osób wskazało, że posiada wykształcenie średnie (23,1% ogółu wskazań respondentów), natomiast respondentów z wykształceniem magisterskim było 21, tj. 3%. Porównując wskazania respondentów z 2009 i 2016 roku zauważamy wzrost zatrudnienia pracowników z wykształceniem średnim, natomiast spadek pracowników z wykształceniem magisterskim i podyplomowym. Taki rozkład wskazań świadczyć może o poszukiwaniu przez przedsiębiorstwa siły roboczej celem przyuczenia ich do wykonywanego zawodu, a co za tym idzie, o starzeniu się społeczeństwa.

Oceniając poziom wykształcenia wyróżnionych wcześniej grup respondentów uwidoczniony w tabeli 1 należy zauważyć, że najwięcej spośród menedżerów i kierowników średniego szczebla posiada wykształcenie średnie – po 7 osób (33% ogółu menedżerów i kierowników) i magisterskie – 5 (24% ogółu menedżerów i kierowników). Kierownicy najniższego szczebla legitymują się najczęściej wykształceniem średnim (8 osób co stanowi 40% tej grupy respondentów), także samodzielni specjaliści wskazali, iż posiadają wykształcenie średnie (16 osób, co stanowi 57% tej grupy respondentów). Specjaliści i pracownicy liniowi najczęściej posiadają wykształcenie średnie – 16 osób, co stanowi (40% tej grupy respondentów) i 6 pracowników liniowych (25% tej grupy respondentów). Asystenci legitymują się natomiast wykształceniem pomaturalnym (3 osoby, co stanowi 43% tej grupy respondentów).

Tabela 1. Poziom wykształcenia wyróżnionych grup respondentów

Table 1. Level of education of groups of respondents singled

Stanowisko	Wykształcenie						
	podyplomowe	magisterskie	licencjat	inżynierskie	pomaturalne	średnie	zawodowe
menedżer	1	5	3	2	3	7	
kierownik średniego szczebla	1	5	2		4	7	
kierownik najniższego szczebla	3	4			1	8	
samodzielny specjalista	1	2		2	5	16	
specjalista	1	6	5	3	7	16	2
pracownik liniowy		1	1		7	22	
asystentka/asystent			2	1		3	2
inne		1			2	4	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)

Na podkreślenie zasługuje to, że wykształcenie podyplomowe posiada 3 kierowników najniższego szczebla (19% tej grupy respondentów). Spośród specjalistów 6 osób wskazało

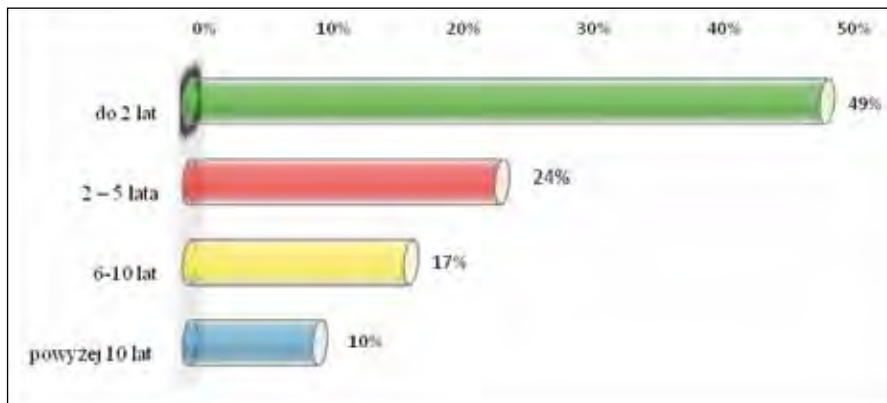
na wykształcenie magisterskie (15% tej grupy specjalistów). Tak wysokim poziomem wykształcenia legitymuje się także 1 pracownik z grupy innych stanowisk, który wskazał że jest przedstawicielem handlowym.

Analizując dane dotyczące stażu pracy respondentów przedstawione na rysunku 3, można zauważyć, że około 1/2 respondentów (82 osoby ankietowane) legitymuje się stażem pracy krótszym niż 2 lata. Nieco ponad 24% respondentów (40 osób ankietowanych) legitymuje się stażem pracy, którego długość zawiera się w przedziale 2–5 lat. Natomiast 17% respondentów wskazało na staż pracy od 6 do 10 lat (29 osób ankietowanych). Pozostała grupa respondentów (17 osób ankietowanych) 10% legitymuje się stażem pracy powyżej 10 lat. Porównując odpowiedzi respondentów dotyczące stażu pracy z 2009 roku z obecnymi, możemy zauważyć 15,7% wzrost liczby pracowników legitymujących się stażem pracy do 2 lat, natomiast spadek o 4,8% osób zatrudnionych powyżej 10 lat. Takie wskazania świadczą o wzroście gospodarczym i wchodzeniu na rynek pracy młodych pracowników: zatrudnionych i prowadzących własną działalność gospodarczą. Jak też wynika z opublikowanego na stronach Głównego Urzędu Statystycznego raportu o stanie zatrudnienia i wynagrodzenia w gospodarce narodowej [12] w I kwartale 2016 roku, liczba pracujących była o 2,3% wyższa niż przed rokiem, a liczba pracujących w sektorze prywatnym stanowiła o 1,1% więcej niż w ubiegłym roku. Może to też wskazywać na zatrudnienie młodych pracowników na umowy cywilnoprawne, określane w mediach mianem „śmieciowych”, o które nie pytano respondentów. Spadek osób zatrudnionych powyżej 10 lat, świadczy natomiast o nabyciu praw do świadczeń emerytalnych i odejściu pracowników z pracy. Powyższa sytuacja zostanie rozpatrzona poniżej uwzględniając kluczowe determinanty, takie jak poziom wykształcenia, staż pracy na poszczególnych stanowiskach w różnych przedsiębiorstwach, czy płeć respondentów na zajmowanych stanowiskach.

Nieco inaczej niż obecnie kształtowało się wykształcenie respondentów w 2009 roku. 33,3% ankietowanych wskazało, że pracują nie dłużej niż 2 lata. Od 2 do 5 lat pracowało 20,4% respondentów. Staż od 6 do 10 lat pracy wskazało tylko 14,8% ankietowanych. Aż 31,5% respondentów wskazało, że pracuje powyżej 10 lat. Taki rozkład wskazań świadczyć może o dużej rotacji pracowników w przedsiębiorstwach. Staż pracy respondentów w badaniach z 2016 roku – nie przekraczał dwóch lat. Może też informować o złej polityce personalnej w przedsiębiorstwach i odejściu wykwalifikowanej kadry do przedsiębiorstw oferujących lepsze uposażenie.

Interesujące są dane dotyczące stażu pracy wyróżnionych ze względu na zajmowane stanowiska grup respondentów.

Z zamieszczonych w tabeli 2 danych wynika, że menedżerowie i kierownicy najniższego szczebla legitymują się największym stażem pracy pomiędzy 2 a 5 rokiem zatrudnienia (33% ogółu menedżerów), przy czym 6 spośród nich (29% tej grupy respondentów) pełni swoje obowiązki tylko 2 lata. Z kolei aż 8 kierowników średniego szczebla (26% tej grupy respondentów) legitymuje się stażem pracy nieprzekraczającym 5 lat, a 5-ciu spośród grupy kierowników średniego szczebla zajmuje swoje stanowisko nie dłużej niż 2 lata. 7-miu kierowników najniższego szczebla legitymuje się stażem pra-

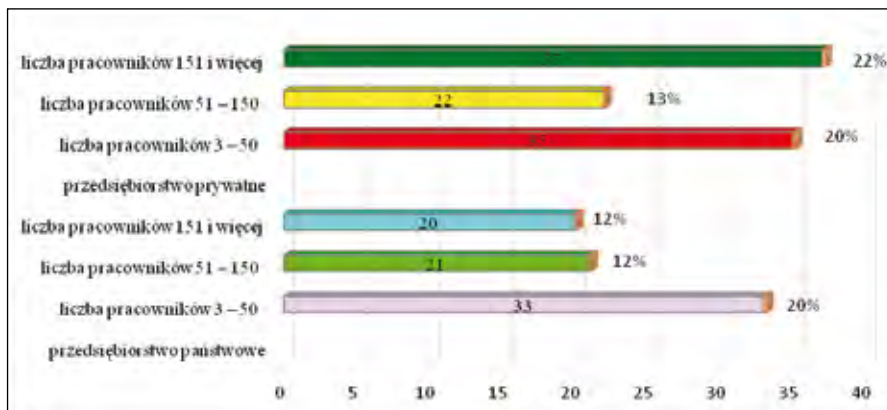


Rys. 3. Staż pracy respondentów.

Fig. 3. Work experience of respondents.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)



Rys. 4. „Charakterystyka” macierzystych firm respondentów.

Fig. 4. „Characteristics” of parent companies of respondents.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)

Tabela 2. Staż pracy wyróżnionych grup respondentów

Table 2. Work experience of groups of respondents singled out

Stanowisko	do 2 lat	od 2 do 5 lat	od 6 do 10 lat	powyżej 10 lat
Menedżer	6	7	5	3
kierownik średniego szczebla	5	8	5	1
kierownik najniższego szczebla	5	7	3	1
samodzielny specjalista	12	5	7	2
specjalista	20	6	6	8
pracownik liniowy	22	5	2	2
asystentka/asystent	7	1		
inne	5	1	1	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)

cy nieprzekraczającym 5 lat (44% tej grupy ankietowanych). W przypadku specjalistów ponad 50% pełni swoje obowiązki nie dłużej niż 2 lata i aż 71% pracowników liniowych legitymuje się stażem pracy nieprzekraczającym 2 lat. Również 7 asystentów wskazało, że ich staż pracy nie przekracza 2 lata.

Z tabeli 2 wynika, że najdłuższym, ponad 10 letnim okresem zatrudnienia legitymują się specjaliści. Porównując dane z badań przeprowadzonych w 2009 roku, widzimy sytuację odwrotną do obecnych wskazań respondentów. W ówczesnych badaniach ponad 10-cio letnim stażem pracy legitymowali się kierownicy średniego szczebla i specjaliści, natomiast najwięcej menedżerów pełniło swoje obowiązki nie dłużej niż 10 lat.

Klasyfikując ogół respondentów ze względu na formę własności przedsiębiorstw (rysunek 4), w których są oni zatrudnieni, a także ze względu na liczbę pracowników w tych firmach stwierdzono, że najbardziej liczna, bo aż 37 osobowa grupa respondentów (22% ogółu osób ankietowanych) zatrudniona jest w przedsiębiorstwach prywatnych, zatrudniających co najmniej 151 pracowników i w przedsiębiorstwach zatrudniających od 3 do 50 osób (35 wskazań osób ankietowanych). Nieco mniej, bo 33 respondentów (20% ogółu osób ankietowanych) zatrudniona jest w przedsiębiorstwach państwowych, w których liczba zatrudnionych jest zawarta w przedziale od 3 do 50. Po 12% ogółu osób ankietowanych zatrudniona jest w przedsiębiorstwach państwowych, w których liczba pracowników

przekracza 151 osób i w przedsiębiorstwach do 150 pracowników. Natomiast 13% respondentów (22 osoby ankietowane) pracuje w przedsiębiorstwach prywatnych, w których liczba zatrudnionych jest zawarta w przedziale 51-150. Porównując wskazania respondentów ze wskazaniami ankietowanych z 2009 roku zauważamy wzrost zatrudnienia pracowników w sektorze prywatnym w przedsiębiorstwach zatrudniających powyżej 150 pracowników. Taka sama tendencja odnotowywana jest w przedsiębiorstwach państwowych o liczbie zatrudnienia pracowników nieprzekraczających 50 osób.

Należy zauważyć, że najwięcej, bo aż 7 menedżerów (33% tej grupy respondentów) jest zatrudnionych w najmniejszych z przedsiębiorstw prywatnych, zatrudniających od 3 do 50 pracowników (tabela 3). Najwięcej kierowników średniego szczebla (21% tej grupy respondentów) zatrudnionych jest z kolei w przedsiębiorstwach prywatnych zatrudniających do 150 i ponad 150 pracowników. Ze wskazań respondentów wynika, że najwięcej samodzielnych specjalistów (27%) zatrudnionych jest w przedsiębiorstwach prywatnych, w których liczba pracowników nie przekracza 150. Najwięcej respondentów na stanowisku specjalisty zatrudnionych

jest w przedsiębiorstwach prywatnych zatrudniających do 50 pracowników (25%) i powyżej 150 pracowników (35% badanej grupy respondentów). W przypadku pracowników liniowych aż 7 osób (23% tej grupy respondentów) zatrudnionych jest w państwowych przedsiębiorstwach zatrudniających do 50 pracowników. Należy wskazać, że aż 50% asystentów zatrudnionych jest w państwowych przedsiębiorstwach nieprzekraczających 50 osób zatrudnionych.

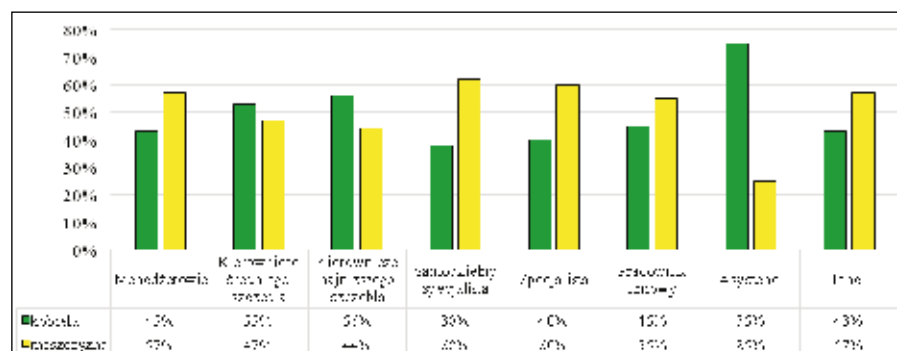
Tabela 3. Liczba zatrudnionych respondentów w przedsiębiorstwach o różnej formie własności i wielkości w zależności od ich stanowiska

Table 3. Number of the employed of respondents in enterprises about the different form of the property and the size depending on their position

Stanowisko	Przedsiębiorstwa państwowe liczba pracowników			Przedsiębiorstwa prywatne liczba pracowników		
	3-50	51-150	> 150	3-50	51-150	> 150
menedżer	3	4	2	7	3	2
kierownik średniego szczebla	2	3	3	3	4	4
kierownik najniższego szczebla	2	5	2	2	2	3
samodzielny specjalista	6	3	2	5	7	3
specjalista	8	3	4	10	1	14
pracownik liniowy	7	3	5	5	5	6
asystentka/asystent	4		1	3		
inne	1		1			5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)



Rys. 5. Liczba zatrudnionych respondentów w przedsiębiorstwach z podziałem na płeć i zajmowane stanowisko.

Fig. 5. Number of the employed of respondents in enterprises with the division into the sex and the taken position.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)

Tabela 4. Liczba zatrudnionych respondentów w przedsiębiorstwach o różnej formie własności i wielkości w zależności od ich wykształcenia

Table 4. Number of the employed of respondents in enterprises about the different form of the property and the size depending on educating them

Wykształcenie	Ogółem	Przedsiębiorstwa Państwowe liczba pracowników			Przedsiębiorstwa prywatne liczba pracowników		
		3-50	51-150	> 150	3-50	51-150	> 150
podyplomowe	7	1	2	1		1	2
magisterskie	24	1	7	6	3	2	5
inżynierskie	8	1	1		4	1	1
licencjackie	13	5	1	2	2	1	2
pomaturalne	29	5	1	3	7	7	6
średnie	83	20	8	7	18	9	21
zawodowe	4	2		1		1	
przedsiębiorstwa państwowe							
liczba pracowników 3 - 50	35	35					
liczba pracowników 51 - 150	20		20				
liczba pracowników ponad 150	20			20			
przedsiębiorstwa prywatne							
liczba pracowników 3 - 50	34				34		
liczba pracowników 51 - 150	22					22	
liczba pracowników ponad 150	37						37

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych (badaniami objęto 168 respondentów)

Source: Authors' own research based on questionnaires (168 respondents were surveyed)

Analizując dane dotyczące płci respondentów i zajmowanych przez nich stanowisk – rysunek 5 można zauważyć, że najwięcej kobiet pracuje na stanowisku asystentki (75% wskazań tej grupy respondentów). Interpretując rozkład wskazań dla grupy mężczyzn zauważamy, że najwięcej z nich pracuje na stanowisku samodzielnego specjalisty (62% ogółu wskazań tej grupy respondentów) i nieco mniej na stanowisku specjalisty (60% ogółu wskazań tej grupy respondentów). Aż 57% ogółu wskazań mężczyzn pracuje na stanowisku menedżera. Ze wskazań kobiet wynika, że wiele z nich zajmuje stanowisko kierownika najwyższego szczebla zarządzania – 56% ogółu

wskazań tej grupy respondentów. Najmniej kobiet pracuje na stanowisku samodzielnego specjalisty (38% wskazań tej grupy respondentów). Analizując rozkład wskazań mężczyzn widzimy, że tylko 25 % osób tej grupy respondentów pracuje jako asystenci.

Analizując dane zawarte w tabeli 4 można zauważyć, że 4 osoby posiadające wykształcenie podyplomowe (57% ogółu tej grupy respondentów) i 14 osób mających wykształcenie magisterskie (58% ogółu tej grupy respondentów) zatrudnionych jest w przedsiębiorstwach państwowych różnej wielkości. Inaczej rozkłada się zatrudnienie osób z wykształceniem inżynierskim. 6 osób pracuje w przedsiębiorstwach prywatnych (75% tej grupy respondentów), natomiast 2-wie (25% ogółu tej grupy respondentów) w państwowych. Analizując rozkład wskazań respondentów legitymujących się wykształceniem pomaturalnym i średnim zauważamy, że aż 20 osób (69% ogółu tej grupy respondentów) pierwszej grupy i średnim 48 osób (58% ogółu tej grupy respondentów) zatrudnionych jest w przedsiębiorstwach prywatnych różnej wielkości. Tak duża dysproporcja osób z wykształceniem pomaturalnym i średnim zatrudnionych w przedsiębiorstwach prywatnych (61% ogółu respondentów z tym wykształceniem) pozwala na postawienie hipotezy, że trudna sytuacja materialna absolwentów zmusza ich do podjęcia pracy zarobkowej w pierwszej kolejności, a następnie podjęcia studiów zaocznych w celu osiągnięcia wykształcenia wyższego. Można też sądzić, iż w przedsiębiorstwach prywatnych zatrudnieni pracownicy zostają przyuczeni do wykonywania zawodu i zbędne staje się tu wykształcenie wyższe kierunkowe.

A.K. Koźmiński zauważa, iż w zatrudnianiu pracowników szczególne znaczenie odgrywa zaufanie, zwiększające pewność współdziałania w niepewnym otoczeniu, jak również zmniejszające koszty transakcyjne prowadzenia biznesu oraz przyczyniające się do budowania przewagi konkurencyjnej. Znaczący jest wpływ zaufania na procesy wymiany informacji oraz tworzenia wiedzy. Sprzyja ono też innowacyjności i samodzielnemu działaniu. Prowadzi do upelnocnienia (empowermentu) samodzielnych jednostek biznesu i zespołów pracowniczych, które autonomicznie realizują zadania, dzieląc się wiedzą i nawiązując relacje współdziałania [6, s. 142-145].

WNIOSKI

Analiza i ocena przeprowadzonych badań, pozwoliły na ustalenie empirycznie zweryfikowanego modelu oddziaływania empowermentu na postawy i zachowania pracowników w tworzeniu wartości i innowacyjności organizacji. O pożądanym modelu zachowań pracowników i rekonfiguracji organizacji w turbulentnym otoczeniu decydują zmienne niezależne:

1. Holistyczny sens perspektywy relacji międzypracowniczych, poprzez wypracowanie wzorców interakcji i więzi społecznych, umożliwiających opracowanie modeli biznesu i strategii firmy,

2. Ekologiczna etyka, w kształtowaniu polityki i reguł gry, oddziaływająca na wizję działania i sposób postrzegania świata,
3. Etyka samorealizacji, tworząca zaufanie i wiarygodność w podejmowaniu decyzji operacyjnych o strategicznym znaczeniu,
4. Wielopoziomowa, wieloaspektowa i integrująca filozofia kształtowania zasobów pracowniczych o kluczowym znaczeniu,
5. Eksperymentalne i systemowe, z udziałem pracowników, projektowanie i systematyczne przeprojektowywanie architektury organizacji.

LITERATURA:

- [1] **BERNAIS J., J. INGRAM, T. KRAŚNICKA. 2010.** ABC współczesnych koncepcji i metod zarządzania. Katowice: Akademia Ekonomiczna w Katowicach: 67-75.
- [2] **BLANCHARD K. oraz współzałożyciele i konsultanci. 2007/2010.** Przywództwo wyższego stopnia. Warszawa: PWN.
- [3] **BRILMAN J. 2002.** Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania. Warszawa: PWE: 347-350
- [4] **BUGDOL M. 2006.** Wartości organizacyjne. Kraków: Wydawnictwo UJ: 42-73.
- [5] **Empowerment**, <http://mfiles.pl/pl/index.php/>
- [6] **KOŹMIŃSKI A. K. 2005.** Zarządzanie w warunkach niepewności. Warszawa: PWN.
- [7] **KUŁAKOWSKA A., Z. PIĄTKOWSKI, K.P. MAZUR, M. PAWŁOWSKI. 2011.** „Perspektywy wdrażania Empowermentu w organizacjach” Część I – aspekt teoretyczny. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1: 150-153.
- [8] **KUŁAKOWSKA A., Z. PIĄTKOWSKI, W. ŻEBROWSKI. 2010.** “Barriers for empowerment in organizations on the basis of surveys”. Foundations of Management 1: 41-54.
- [9] **MAKIN P., C. COOPER, Ch. COX. 2000.** Organizacje a kontrakt psychologiczny. Zarządzanie ludźmi w pracy. Warszawa: PWN: 332.
- [10] **MARZEC I.** Empowerment pracowniczy w dążeniu do doskonalenia organizacji, http://www.zti.com.pl/instytut/pp/referaty/ref33_full.html
- [11] **SZABAN J. M. 2007.** Zachowania organizacyjne. Aspekt międzykulturowy. Toruń: Wyd. A. Marszałek: 105.
- [12] **Zatrudnienie i wynagrodzenia w gospodarce narodowej w I kwartale 2016 roku. 2016.** Główny Urząd Statystyczny. Warszawa. <http://stat.gov.pl/obszartematyczne/rynek-pracy/pracujacy-zatrudnieni-wynagrodzenia-koszty>.

Dr Jerzy NASIŁOWSKI
 Doc. dr Lech SMOLAGA
 Wydział Menedżerski i Nauk Technicznych
 Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie

WPŁYW WYDAJNOŚCI PRACY ORAZ POSTĘPU TECHNICZNEGO NA POZIOM ROZWOJU GOSPODARCZEGO®

The influence of productivity and technical progress on the level
 of economical development®

Słowa kluczowe: Innowacja, postęp techniczny, techniki produkcji, postęp społeczny, rachunek efektywności ekonomicznej, cele społeczno-ekonomiczne, system społeczno-ekonomiczny, mierniki dobrobytu.

Postęp techniczny, jako jeden z podstawowych współcześnie czynników wzrostu gospodarczego i rozwoju cywilizacyjnego, może przyczynić się do rozwiązania najważniejszych problemów społeczno-ekonomicznych XXI wieku. Czynnikiem ten jednak funkcjonuje w sposób bardzo złożony, wymaga stworzenia odpowiednich warunków organizacyjnych a także stwarza potencjalne zagrożenia. Artykuł wyjaśnia, na czym polega istota postępu technicznego, jakie są jego ograniczenia i możliwości. Za właściwą organizację procesu postępu technicznego jest odpowiedzialne państwo, które powinno nim zarządzać, tzn.: inspirować, organizować, zasilać zasobowo i kontrolować jego przebieg. Pomocny w tym procesie może okazać się zarys metodologii badania efektywności postępu w skali makroekonomicznej.

Key words: Innovation, technological advances, production techniques, social progress, economic efficiency bill, economic and social objectives, the system of socio-economic measures of well-being.

Technological progress, as one of currently basic factors of economic growth and development of civilization, can contribute to solving the most important socio-economical problems of the 21st century. However, this factor functions in a very complex way and requires creating appropriate organizational conditions and poses potential threats. The article explains the nature of technical progress, its limits and possibilities. The state is responsible for the proper organization of the process of technical progress and should manage it – i.e.: inspire, organize, supply resources and control its course. A methodological plan of researching the effectiveness of progress on the macroeconomic scale may be help in this process.

WPROWADZENIE

Klasyczna teoria ekonomii wyróżniała trzy podstawowe czynniki produkcji: **pracę, kapitał i ziemię**. Zależność między pracą a produkcją można przedstawić w formie tzw. *funkcji produkcji* typu:

$$Q = f(L)$$

Jest to funkcja jednoczynnikowa, gdyż produkcja zależy tutaj tylko od jednego czynnika, jakim jest praca (L). W analizie praktycznej posługujemy się na ogół funkcjami wieloczynnikowymi.

Jeśli założymy, że między produkcją a pracą i jej wydajnością jest zależność liniowa, równanie produkcji przybierze postać:

$$Q = w L \quad (1)$$

gdzie: Q – wielkość produkcji,
 L – zasoby użytej pracy, najczęściej mierzone w sposób umowny liczbą zatrudnionych,
 w – wydajność pracy.

Powyżej założyliśmy, że miarą pracy (L) jest liczba zatrudnionych pracowników. Jest to oczywiście uproszczenie, gdyż poszczególni pracownicy mogą być zatrudnieni w różnym wymiarze czasu oraz pracować z różną intensywnością.

Należy zwrócić uwagę, iż ilość zatrudnionych pracowników mierzy wielkość wyłożonej pracy w sposób umowny, przybliżony. W rzeczywistości użyta praca zależy nie tylko od ilości pracowników, ale również od przeciętnego czasu pracy – (t) (ilości godzin pracy), intensywności pracy¹ – (π) oraz od współczynnika wykorzystania czasu pracy (μ) określającego w jakim stopniu nominalny czas pracy został wykorzystany w procesie produkcji (w jakim stopniu pracownik

1 Intensywność pracy jest współczynnikiem, który informuje o natężeniu wysiłku (fizycznego, psychicznego, intelektualnego) pracownika w stosunku do standardowego normatywu zgodnego z zasadami psychologii i fizjologii pracy. Przy optymalnej organizacji pracy współczynnik ten powinien wynosić 1. Przy współczynniku większym od 1 mamy do czynienia z nadmierną eksploatacją pracownika co wywołuje w dalszej kolejności negatywne skutki zarówno dla pracownika jak i pracodawcy. Przy współczynniku mniejszym od 1 mamy do czynienia z niedoskonałą organizacją pracy.

podczas dnia pracy naprawdę pracuje)². Intensywność pracy - π oraz współczynnik zagospodarowania pracy (μ) zależą w sposób złożony od organizacji pracy, której to zależności nie będziemy w niniejszym miejscu analizować.

Przypomnijmy, że „funkcja produkcji obrazuje maksymalne rozmiary produkcji, jakie można osiągnąć dzięki wykorzystaniu określonych nakładów czynników wytwórczych przy danym poziomie wiedzy technicznej... Wzrost produkcji potencjalnej wynika ze zwiększenia nakładu czynników produkcji tj. ziemi, pracy, kapitału i surowców. Jest również efektem postępu technicznego” [1].

$$L = Z \cdot t \cdot \pi \cdot \mu \quad (2)$$

gdzie: Z – liczba zatrudnionych,
 t – przeciętny czas pracy na jednego zatrudnionego,
 π – współczynnik intensywności pracy,
 μ – współczynnik zagospodarowania czasu pracy.

Wydajność pracy (w) zawiera informację, jaka jest relacja między produkcją a pracą. W praktyce najczęściej przyjmujemy umownie, że $L=Z$ wówczas wskaźnik ten informuje – jaka produkcja przypada na jednego zatrudnionego i stanowi relację Q/L .

$$w = Q/L \quad (3)$$

oraz, gdy $L=Z$

$$w = Q/Z$$

Uproszczenie to prowadzi czasami do pewnych nieporozumień, sprawia, bowiem, że w pewnych przypadkach nie odróżniamy pojęcia *wydajności pracy* od *intensywności pracy*. Przykładowo; jeżeli, robotnik wykonujący wykop przy pomocy łopaty, pracujący w tych samych warunkach co inny robotnik w ciągu 8 godzin pracy wykona 2 razy większą pracę, to będziemy mieli do czynienia ze wzrostem intensywności pracy. Ilość wydatkowanej pracy prostej (standardowej) zwiększyła się tutaj dwukrotnie. W sytuacji, natomiast, gdy ten sam robotnik przesiądzie się na koparkę mechaniczną i wykona w tym samym czasie pracę np. 1000 razy większą, będziemy mieli do czynienia z ewidentnym wzrostem wydajności pracy, gdyż zostanie osiągnięty 1000 razy większy efekt przy, z pewnością, o wiele mniejszym wysiłku.

Z równania (1) wynika, że wielkość produkcji jest tym większa, im większe jest zatrudnienie i im większa jest wydajność pracy. Oznacza to, że wzrost produkcji można uzyskiwać poprzez wzrost zatrudnienia (wykorzystując czynniki *ekstensywne*) lub też zwiększanie wydajności pracy (wykorzystując tzw. czynniki *intensywne*).

Rozwój ekstensywny napotyka szybko barierę, jaką jest zasób siły roboczej (ilość osób nadających się do pracy). Gdyby wydajność pracy była stała, to w skali gospodarki narodowej tempo wzrostu produkcji ∂Q nie mogłoby być większe niż tempo wzrostu zatrudnienia ∂L . Tempo wzrostu zatrudnienia z kolei wyznaczałaby stopa przyrostu naturalnego $\partial \lambda$,

czyli:

$$\partial Q \leq \partial L = \partial \lambda \quad (4)$$

Rozwój intensywny jest prawie nieograniczony, gdyż, przynajmniej teoretycznie, nie można wykazać granicy, do jakiej może rosnąć wydajność pracy. Sprawia to, że głównym sposobem osiągania coraz wyższego poziomu produkcji, wykorzystywanym współcześnie, jest właśnie wzrost wydajności pracy.

Warto tu również zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt wydajności pracy, jakim jest zależność od niej poziomu życia w różnych społeczeństwach. Można zadać pytanie: dlaczego w jednych krajach ludzie pracują bardzo ciężko i żyją w nędzy, a w innych, intensywność pracy jest ograniczona, natomiast stopa życiowa osiąga bardzo wysoki poziom? Odpowiedzi na to pytanie udziela analiza wydajności pracy w różnych krajach. Wydajność pracy w ostatecznym rachunku determinuje wielkość wytwarzanego bogactwa przypadającą na członka społeczeństwa. W krajach bogatych praca jest bardzo wydajna, gdyż wspomagana jest nowoczesną techniką, natomiast w krajach ubogich stosowane są prymitywne techniki charakteryzujące się wydajnością tysiące razy niższą.

Od czego, więc, zależy wydajność pracy? Jest ona funkcją dwu, najważniejszych, decydujących czynników: uzbrojenia pracy (u) oraz poziomu wiedzy naukowo technicznej (T). Poziom wiedzy naukowo technicznej reprezentuje nowoczesność oraz sprawność stosowanych technologii i technik. Funkcję tę można zapisać następująco:

$$w = f(u, T) \quad (5)$$

Uzbrojenie pracy jest miarą wyposażenia kapitałowego stanowiska pracy, czyli stanowi relację wielkości kapitału (K) do zatrudnienia (L)

$$u = K/L \quad (6)$$

Rzecz oczywista, bardziej złożone i wydajne techniki są kosztowne. Koparka mechaniczna jest droższa od łopaty. Żeby, więc, dysponować techniką, która zapewnia wysoką wydajność pracy, należy ponieść duże nakłady kapitałowe na jej zakup. Stąd też kraje biedne nie są w stanie o własnych siłach wyjść z tzw. zakłętego kręgu ubóstwa.

Zależność między uzbrojeniem pracy a jej wydajnością nie jest jednakże prosta. Wydajność zależy nie tylko od kosztów techniki w danym momencie czasu, (im technika wydajniejsza, tym droższa), ale również od nowoczesności rozwiązań, na które wpływ ma postępowanie techniczne.

Dobrym, wręcz spektakularnym, przykładem jest rozwój techniki komputerowej. Pierwsze komputery kosztowały miliony dolarów, do zasilania niezbędne były moce rzędu setek kW, a ich możliwości operacyjne były tysiące razy mniejsze od najtańszych, stosowanych obecnie PC-tów o wartości kilkuset dolarów. Nie zawsze, więc, droższa technika jest wydajniejsza. Dlatego też w formule (5) uwzględniamy również czynnik (T).

Rozważymy teraz wielkość produkcji od strony drugiego czynnika, jakim jest kapitał. Zależność między produkcją a jego nakładem można wyrazić wzorem:

2 W rzeczywistości pracownik na skutek złej organizacji pracy może wykonywać czynności niepotrzebne z punktu widzenia procesu produkcyjnego, na przykład: częste wychodzenie do narzędziowni oraz oczekiwanie w kolejkach na przydział pracy, materiałów i narzędzi. Mogą występować przerwy w cyklach produkcyjnych, jeżeli ma miejsce brak nadzoru - zbyt długie i zbyt częste przerwy na odpoczynek.

$$Q = K\varepsilon \quad (7)$$

gdzie: K – nakłady kapitałowe,

ε – efektywność kapitału rozumiana jako efekt przypadający na jednostkę wartości majątku produkcyjnego.

Produkcja zgodnie z tą formułą jest proporcjonalna do użytego kapitału oraz zależy od efektywności kapitału. Efektywność kapitału w różnych dziedzinach może się zmieniać na skutek postępu naukowo technicznego. Dzięki nowym, coraz doskonalszym rozwiązaniom, w pewnych przypadkach, ten sam efekt można uzyskiwać przy mniejszych nakładach kapitału. Nowe urządzenia są bowiem lżejsze, zawierają mniej kosztownych materiałów, wykorzystują tańsze rozwiązania i co najważniejsze są bardziej wydajne. Można więc zapisać:

$$\varepsilon = \varphi(T) \quad (8)$$

co oznacza, że efektywność kapitału jest funkcją poziomu myśli naukowo technicznej.

Efektywność kapitału ε jest odwrotnością tzw. współczynnika kapitałochłonności:

$$\varepsilon = 1/k \quad (9)$$

lub

$$k = 1/\varepsilon$$

Współczynnik kapitałochłonności (k) informuje ile jednostek pieniężnych należy wyłożyć na kapitał produkcyjny, aby uzyskać jedną jednostkę pieniężną produkcji. Ponieważ, między czynnikami pracy i kapitału występuje substytucja, nie można dokonać oceny efektywności zastosowanej techniki na podstawie tylko zmian wydajności pracy lub tylko zmian efektywności kapitału. W rachunku ekonomicznym nakłady pracy i nakłady kapitału rozpatrywane są łącznie.

W toku dalszych badań prowadzonych w wysoko rozwiniętych krajach po II wojnie światowej okazało się, że rola czynników, jakimi są kapitał oraz zatrudnienie, relatywnie maleje na rzecz postępu technicznego (innowacyjnego) i wzrostu kwalifikacji pracowników. Stało się to między innymi podstawą głoszenia poglądów o konieczności inwestowania w rozwój tzw. kapitału ludzkiego tzn. podnoszenia kwalifikacji pracowników przez ich szeroko pojęte kształcenie, szkolenie oraz odpowiednie motywowanie.

Celem niniejszego artykułu jest zwrócenie uwagi na niezwykle istotną rolę jaką współcześnie odgrywa w rozwoju ekonomicznym i społecznym postęp naukowo techniczny. Postęp ten determinuje poziom stopy życiowej, siłę i międzynarodową rangę państw, a także perspektywy na przyszłość. W artykule zaproponowano prosty, stosunkowo łatwy do zastosowania w praktyce, ale odwołujący się do istoty postępu, wskaźnik efektywności rozwoju gospodarczego. Artykuł celowo unika stosowania modnego ostatnio terminu „innowacja” głównie z dwu przyczyn: po pierwsze innowacja odnosi się raczej do pojedynczych zmian w skali mikro niż do procesu w skali makrospołecznej, po drugie w wyniku publikacji niektórych prac korygujących definicje innowacji, powstało na tym obszarze pewnego rodzaju zamieszanie terminologiczne, którego rozstrzygnięcia autorzy chcieliby uniknąć.

ISTOTA POSTĘPU TECHNICZNEGO

Przez postęp techniczny ekonomiści na ogół rozumieją wynalazek lub udoskonalenie organizacyjne, które pozwala na wytwarzanie danej wielkości produkcji przy niższym niż poprzednio poziomie nakładów. Technologia uważana za efektywną może okazać się przestarzała, jeżeli na skutek postępu technicznego uzyskamy nową, wydajniejszą [1].

Przed dokładniejszym sprecyzowaniem istoty postępu technicznego zdefiniujemy podstawowe pojęcia takie jak: **wiedza naukowo-techniczna, technika, technologia, innowacja**. Jest to tym bardziej niezbędne, iż w różnych publikacjach pojęciom tym przypisywane bywają różne znaczenia. W związku z powyższym, znaczenie tych terminów potraktujemy jako umowne, ograniczające się do niniejszego tekstu.

Wiedza naukowo-techniczna

Wiedza naukowo-techniczna jest zasobem wiedzy o prawach przyrody, ich praktycznych implikacjach oraz o metodach wytwarzania. Do zasobów wiedzy, którą społeczeństwo dysponuje należy zaliczyć również doświadczenie i umiejętności.

Innowacja

Definicję innowacji zaproponował J. Shumpetter [6]. Według niego innowacje polegają na wprowadzaniu nowych produktów, nowych metod produkcji, znalezieniu nowych rynków zbytu, zdobyciu nowych źródeł surowców oraz wprowadzeniu nowej organizacji. Bardzo szeroka, zdaniem autorów zbyt szeroka, jest definicja przytoczona przez Lidę Białoń, iż „Innowacja to wprowadzanie zmian do układów gospodarczych i społecznych, których efektem jest wzrost użyteczności produktów/usług, procesów technologicznych oraz systemów zarządzania, poprawa racjonalności gospodarowania, ochrona i poprawa środowiska przyrodniczego, lepsza komunikacja międzyludzka oraz ostatecznie poprawa jakości życia zawodowego, jak i prywatnego społeczeństwa” [2].

Technologia

Technologia to określona metoda łączenia czynników produkcji w procesie wytwarzania. Technologia odpowiada na pytanie: jak uzyskać dany produkt?

Technika

Technika jest pojęciem szerszym od technologii. Obejmuje również narzędzia (maszyny, urządzenia) stosowane w procesie wytwarzania.

Wiedza techniczna

Wiedza techniczna to zbiór wszystkich znanych technologii i technik.

Postęp techniczny dokonuje się przez wynalazki, czyli odkrywanie nowej wiedzy, oraz innowacje, tj. zastosowanie nowej wiedzy w praktyce [1].

Poniżej, **postępem technicznym** nazywać będziemy proces rozwoju nauki i techniki przejawiający się w dokonywaniu zmian w metodach wytwarzania produktów, doskonaleniu narzędzi pracy oraz wytwarzaniu nowych, lepiej zaspokajających społeczne potrzeby, wyrobów i usług [7].

Efektem postępu technicznego jest zmniejszanie ogólnospołecznych kosztów wytwarzania, lub zaspokajanie dotychczasowych potrzeb społecznych na nowym, jakościowo wyższym poziomie, niż to jest możliwe przy stosowaniu technik tradycyjnych.

Definicja ta wymaga kilku wyjaśnień. Przyjęto tu koncepcję, że postępowaniem technicznym są procesy w sferze nauki (wzbogacenie wiedzy naukowo technicznej) i gospodarki, które generalnie rzecz ujmując przyczyniają się do obniżenia społecznych kosztów produkcji. Oznacza to, że kryterium wyróżniającym ten proces jest szeroko pojęta, uwzględniająca ogólnospołeczny punkt widzenia opłacalność ekonomiczna.

Ekonomiczne efekty zmian wprowadzonych przez postęp techniczny są liczne i wielostronne. Zazwyczaj na skutek postępu technicznego wzrasta wydajność pracy żywej, czyli maleją nakłady tej pracy na jednostkę produktu. Jednakże za postęp techniczny nie mogą być uznane zmiany, polegające na oszczędzaniu pracy żywej, o ile nie prowadzą one do zmniejszenia społecznych kosztów wytwarzania i wzrostu wydajności pracy w skali makro.

Nie każda substytucja pracy żywej przez technikę jest postępowaniem technicznym. Jest ona nim tylko wówczas, gdy prowadzi do obniżki kosztów. Kryterium ekonomiczne dotyczy takich aspektów postępu jak: obniżka kosztów, wzrost jakości produktu, pojawienie się nowych generacji wyrobów i usług.

Drugą cechą wymienioną w tej definicji jest stwierdzenie, że postęp techniczny jest procesem. Wynika stąd, że efekty postępu technicznego w powyższym ujęciu odnosimy nie tyle do pojedynczych przypadków doskonalenia techniki, lecz do zmian w sensie globalnym, obejmujących całokształt systemu gospodarczego i występujących w nim uwarunkowań. Upływ czasu, jest więc nieodłącznym atrybutem tego procesu. Dlatego też postęp techniczny należy rozpatrywać w relacji do czasu.

W powyższej definicji wymienione zostały również nowe jakościowo efekty społeczno - ekonomiczne, które wynikają z postępu. Zmiany w technice umożliwiające osiągnięcie celów społecznych dotychczas nieosiągalnych, na przykład odbycie podróży kosmicznej na Marsa, w sposób oczywisty należy również uznać za przejaw postępu technicznego.

Na pozór wydaje się, że w przypadku osiągnięcia dzięki postępowi technicznemu zupełnie nowych efektów, pojawia się trudność zastosowania kryterium ekonomicznego, gdyż nie występują wówczas alternatywy osiągnięcia efektu. Korzyść ekonomiczna ogranicza się wówczas do umożliwienia zaspokojenia zupełnie nowych potrzeb społecznych. Zwykle jednak rozwój nauki i techniki poprowadzi do pojawienia się wariantowych technologii osiągnięcia tegoż nowego celu, wykorzystanie, które umożliwi wystąpienie typowych efektów postępu polegających na zmniejszeniu kosztów. Istota postępu technicznego polega w tym przypadku na przekroczeniu bariery możliwości techniczno - ekonomicznych w fazie pierwszej i na obniżaniu kosztów w fazach następnych.

Nie mniej ważna jest grupa kryteriów, które zaliczymy do społecznych. Do niedawna problematyka społecznych aspektów postępu technicznego była pomijana bądź traktowana w sposób ogólnikowy. Wynika to między innymi z faktu, iż kryteria społeczne mają charakter jakościowy i są trudno

uchwytne w analizie ekonomicznej. Postępu naukowo-technicznego nie można jednak traktować w sposób wyizolowany z szerokiego kontekstu społecznego.

Postęp techniczny jest składnikiem bardziej ogólnych procesów, jakimi są **postęp ekonomiczny i postęp społeczny**. Do postępu ekonomicznego zaliczymy: wzrost potencjału ekonomicznego, postęp techniczny i **postęp organizacyjny**, doskonalenie metod regulacji sfery realnej gospodarki narodowej, zwiększenie kwalifikacji pracowników, zwiększenie dochodu narodowego i stopy życiowej ludności, korzystne zmiany stosunków ekonomicznych, zmniejszanie nieuzasadnionej nierówności ekonomicznej członków społeczeństwa.

Postęp ekonomiczny jest z kolei jednym z ważniejszych elementów szeroko rozumianego **postępu społecznego**. Jest sprawą niezwykle istotną, aby element dobrobytu społecznego związany z postępowaniem ekonomicznym był w harmonii z innymi przejawami postępu społecznego jak: ład społeczny, równość, sprawiedliwość, wartości demokratyczne, prawa człowieka, rozwój kultury, realizacja pewnych specyficznych potrzeb ogólnoludzkich. Zgodność kryteriów postępu z tymi nadrzędnymi wartościami powinna zabezpieczać społeczeństwa przed różnego rodzaju wynaturzeniami rozwoju techniki i gospodarki (np. niszczeniem ekosystemu), które w istocie przeczą podstawowym potrzebom człowieka, a nawet stwarzają zagrożenie dla jego bytu.

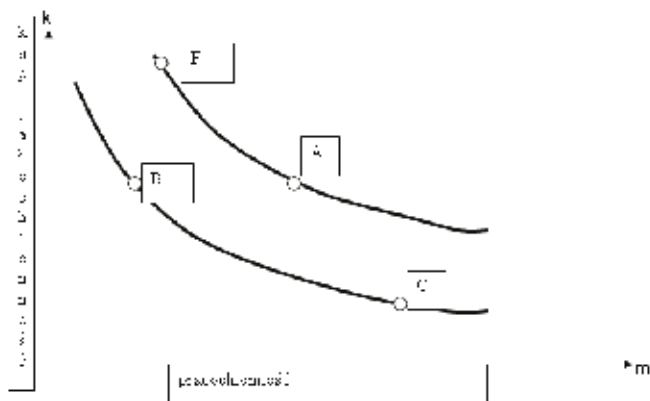
POSTĘP TECHNICZNY A WYBÓR TECHNIKI

Przytoczone wcześniej definicje postępu technicznego kładą szczególny nacisk na występowanie zmian w technikach wytwarzania. Tym samym podkreślają, że jest on wynikiem poszczególnych innowacji. Mamy tu do czynienia z podejściem mikroanalizy. Rzecz oczywista, pojedyncze zmiany tłumaczą zjawisko postępu technicznego również w skali makro, na zasadzie, że suma zmian pojedynczych przyczynia się do zmian w skali całej gospodarki, w tym również typu jakościowego. Jest to jednak podejście metodologiczne inne niż powstałe na gruncie teorii wzrostu, w którym postęp tłumaczy się poprzez zmianę położenia tzw. krzywej technik produkcji (patrz rys. 1.) [3, 7].

Na rysunku, na osi poziomej układu współrzędnych oznaczono m – pracochłonność (miarę nakładów pracy na jednostkę dochodu), na osi pionowej zaś k – kapitałochłonność (miarę nakładów kapitału na jednostkę dochodu).

Krzywa technik produkcji skonstruowana jest na podobnej zasadzie, co izokwanta. O ile jednak, izokwanta dotyczy zbioru technik produkcji (kombinacji kapitału i siły roboczej) odpowiadających określonej produkcji, o tyle krzywa technik produkcji oznacza zbiór punktów odpowiadających technikom różniącym się kapitałochłonnością i pracochłonnością, które umożliwiają osiągnięcie tego samego efektu, jakim jest przyrost dochodu narodowego o jednostkę (np. o złotówkę).

Postęp techniczny polega na pojawieniu się nowych technik produkcji, które pozwalają osiągnąć ten sam efekt (zwiększyć dochód o jednostkę) mniejszym nakładem pracy, bądź kapitału. Oznacza to przesunięcie krzywej technik produkcji w kierunku początku układu współrzędnych.



Rys.1. Postęp techniczny a wybór techniki.

Fig. 1. Technological Progress versus technical choice.

Źródło: Opracowanie na podstawie [3, 7]

Source: Study based on [3, 7]

Na rys 1. przejście z punktu A do punktu B lub C oznacza postęp techniczny, gdyż punkty te leżą na nowej krzywej technik produkcji. W przypadku przejścia od punktu A do B mamy do czynienia z postępem kapitałochłonnym, gdyż oszczędności pracy uzyskane zostały kosztem większych nakładów kapitału. W przypadku punktu C mówimy o postępie kapitałoooszczędnym, gdyż zmiany przyczyniają się między innymi do oszczędności kapitału.

Za postęp techniczny nie możemy jednak uznać przejścia z techniki A do techniki F, mimo wzrostu wydajności pracy, gdyż technika F znajduje się na tej samej krzywej technik produkcji, co oznacza, iż obie te techniki były znane w tym samym czasie. O wyborze jednej z technik leżącej na tej samej krzywej decyduje stosunek cen siły roboczej i kapitału, (który decyduje o nachyleniu linii jednakowego nakładu z poprzedniego modelu). W sytuacji, gdy cena siły roboczej w stosunku do ceny elementów kapitału jest wysoka, wybierane są rozwiązania kapitałochłonne i pracooszczędne. W przypadku niskich płac realnych optymalne okazują się rozwiązania mniej kapitałochłonne i mniej pracooszczędne. **Zagadnienie poszukiwania optymalnych technik spośród znanych w danym okresie nazywać będziemy problemem wyboru techniki.** Odpowiada ono poruszaniu się wzdłuż krzywej techniki. Wynik takiego poszukiwania nie zawsze oznacza wybór bardziej kapitałochłonnej i pracooszczędnej techniki, gdyż zależy on od nachylenia linii jednakowego nakładu, które może się zmieniać. Jeżeli więc, płace realne na danym rynku w pewnym okresie ulegną obniżeniu, opłacalny będzie wybór bardziej pracooszczędnej techniki reprezentowanej przez punkt D.

KAPITAŁ LUDZKI

W procesie postępu technicznego szczególną rolę odgrywa człowiek. To od ludzi, ich umiejętności, wiedzy i talentu zależy, w jakim tempie przyrasta wiedza naukowo techniczna, która jest podstawą nowych technik produkcji. Ich doświadczenie, poziom organizacji i zmysł przedsiębiorczości determinują z kolei tempo innowacji, czyli wdrażanie nowych technik do produkcji, bez których proces postępu technicznego nie byłby urzeczywistniany. Bez odpowiedniej wiedzy fachowej pracowników, nowoczesne techniki w wielu przypadkach nie mogłyby być eksploatowane. W związku

z powyższym współcześnie wielu ekonomistów wyróżnia specyficzny czynnik, jakim ma być tzw. **kapitał ludzki**.

Kapitał ludzki to ucieleśniona w ludziach wiedza i umiejętności

Powiększanie kapitału ludzkiego osiąga się przez wzrost poziomu wykształcenia, podnoszenie kwalifikacji i nabieranie przez pracowników coraz większego doświadczenia zawodowego.

Istnieje tu pewna analogia do kapitału sensu stricte (kapitału rzeczowego). W przypadku tzw. kapitału ludzkiego jego wielkość zależy od poczynionych w przeszłości inwestycji. Kosztami tej inwestycji są wszelkiego rodzaju opłaty i nakłady czasu pracy związane z nauką, szkoleniem a także rezygnacja z dochodów, jakie można by uzyskać gdyby czas nauki poświęcić na pracę zarobkową.

Kapitał ludzki, czyli nagromadzony przez pracownika zasób wiedzy fachowej, doświadczenia i umiejętności, można zdaniem niektórych autorów wycenić w kategoriach pieniężnych. O jego wartości decydują stwarzane przezeń możliwości uzyskiwania dochodów w przyszłości.

Zwolennicy teorii kapitału ludzkiego zakładają, że różnice w płacach są odbiciem różnic w wydajności poszczególnych pracowników. Pracownicy wykwalifikowani, o wyższej wydajności zarabiają więcej.

EFEKTY POSTĘPU TECHNICZNEGO

Jakościowa przewaga cywilizacji technicznej

Najistotniejszym efektem postępu technicznego jest stworzenie i rozwój cywilizacji technicznej. Współczesna cywilizacja jest bowiem cywilizacją techniczną. Egzystencja współczesnego człowieka jest uzależniona od technologii i poprawnego funkcjonowania systemów technicznych. Technika, do obecnych czasów była wyrazem niezwykłego rozwoju człowieka jako gatunku oraz narzędziem przewagi jednych społeczeństw nad innymi a także panowania ludzi nad globem ziemskim. To rozwój techniki i technologii zdecydował o tym że cywilizacja zachodu zaczęła od XVII go wieku dominować nad innymi. Co ciekawe, rozwój techniki w Europie przedtem (w czasach rzymskich i w średniowieczu), był raczej umiarkowany. Największe wynalazki były dokonywane w Azji (brąz, żelazo, proch czarny, broń palna, kompas, dalekomorskie statki, papier, szkło, księgowość dwustronna, pieniądz), szczególnie zaś w Chinach i Krajach Arabskich. Rewolucja przemysłowa w Europie polegała przede wszystkim na tym, że ze wszystkich tych wynalazków zaczęto robić na dużą skalę użytek a także na eksplozji nowych pomysłów i wynalazków, przede wszystkim technicznych. Technika Zachodu zapewniała:

- gwałtowny wzrost wydajności pracy a tym samym bogactwo i dobrobyt znaczącej ilości obywateli,
- powstanie nadwyżki ekonomicznej, z której można było tworzyć infrastrukturę ekonomiczną i rozbudowywać potencjał gospodarczy,
- utworzenie potężnych, dobrze uzbrojonych w nowoczesną śmiertelnością broń armii, umożliwiających podporządkowywanie pozostałego świata,
- korzystanie z zasobów surowcowych i ludnościowych podporządkowanych narodów.

W XIX i na początku XX wieku inne cywilizacje w starciu z zachodnią nie miały żadnych szans. Potężne stalowe okręty, samoloty, armaty, doskonała broń strzelecka, radio zapewniające dalekosiężną łączność, wielkie potencjały gospodarcze zapewniające nieustanną produkcję, to wszystko produkty i elementy techniki. Później pojawiły się coraz bardziej udoskonalane radary, rakiety, satelity, broń jądrowa, komputery itp., które to osiągnięcia techniczne nadały naszej cywilizacji nowy jakościowo wymiar.

Nie mniej ważny jest jednak aspekt ekonomiczny. Dzięki postępowi technicznemu szybko rosną materialne efekty pracy człowieka a jego wysiłek staje się coraz mniejszy. Ten wzrost dobrobytu nie zawsze jest jednak na miarę możliwości. Przedstawiona metodologia badawcza zmierza do udowodnienia w analizach aplikacyjnych tezy, że wiele potencjalnych efektów postępu, człowiek zaprzepaszcza na skutek złej organizacji, niewiedzy i błędów w zarządzaniu. Występuje więc potrzeba wypracowania prostych ale adekwatnych instrumentów kontroli i oceny ekonomicznych efektów procesu postępu technicznego.

Czynnik postępu w funkcji Cobba Douglasa

Jednym z częściej stosowanych narzędzi analizy czynników produkcji jest funkcja Cobba Douglasa. Zakłada ona, że dochód narodowy jest funkcją kapitału (majątku trwałego) oraz zatrudnienia.

Funkcja ta ma następującą postać matematyczną:

$$Y_t = a F_t^\epsilon L_t^{1-\epsilon} \quad (10)$$

gdzie: Y_t – dochód narodowy w czasie $t = 1, 2, 3, \dots, n$ lat,
 F_t – wartość kapitału (majątku trwałego) w czasie t ,
 L_t – liczba zatrudnionych pracowników przy wytwarzaniu dochodu narodowego w czasie t ,
 a, ϵ – stałe parametry funkcji.

Powyższa funkcja produkcji po zróżniczkowaniu przekształca się w równanie tempa dochodu narodowego.

$$\frac{dY}{Y} = \epsilon \frac{dF}{F} + (1 - \epsilon) \frac{dL}{L} \quad (11)$$

W praktyce okazało się, że faktyczne wzrosty produkcji (dochodu narodowego) analizowane w dłuższych okresach są większe od przewidywań dokonanych na podstawie powyższych formuł. Powodem tego jest inny czynnik produkcji nieuwzględniony powyżej, jakim jest postęp naukowo-techniczny.

Funkcję Cobba Douglasa ekonomista, laureat Nagrody Nobla, Tinbergen uzupełnił o czynnik postępu technicznego (innowacyjnego). W rozwiniętej przez niego formule występuje on w postaci exv ...

Uzupełniona o czynnik postępu technicznego formuła przybiera postać:

$$Y_t = a F_t^\epsilon L_t^{1-\epsilon} e^{vt} \quad (12)$$

gdzie: e – podstawa logarytmu naturalnego,
 v – stopa wzrostu wynikająca z postępu innowacyjnego,
 t – lata objęte analizą.

Metoda reszt Solowa

Stosując standardową funkcję produkcji, po wprowadzeniu do niej danych dotyczących nakładów kapitału i pracy, możemy obliczyć, jaka część przyrostu produkcji w poszczególnych krajach wynika z przyrostu nakładów. Pozostała część produkcji, nazywana resztą Solowa, jest zwykle uznawana za czysty efekt postępu technicznego. Metoda reszty Solowa, ze względu na swą prostotę bywa często stosowana w analizach statystycznych postępu technicznego.

Begg [1] uważa, że dzięki postępowi technicznemu wzrost produkcji może być znacznie szybszy niż wzrost wydajności pracy. Jeśli na przykład dzięki postępowi technicznemu ta sama ilość pracowników może wykonać dwa razy większą pracę oznacza to, że efektem postępu technicznego jest zwiększenie efektywnej (po uwzględnieniu jej wydajności) podaży pracy. I tak, jeżeli stopa wzrostu zatrudnienia jest „ n ” a postęp techniczny odbywa się w tempie „ t ” to efektywna podaż pracy rośnie w tempie „ $n+t$ ”.

PRAKTYCZNE PROBLEMY POMIARU EFEKTÓW POSTĘPU

Faktyczna ocena efektów postępu technicznego wygląda różnie w zależności od miejsca w systemie społecznym oraz interesów, które reprezentuje podmiot oceniający. Generalnie możemy wyróżnić przynajmniej cztery takie punkty widzenia. Są to :

- punkt widzenia decydentów, którzy inicjując proces postępu realizują „przy okazji” swoje osobiste interesy,
- punkt widzenia mikroekonomiczny (przedsiębiorstwa, branże),
- punkt widzenia ogólnospołeczny (gospodarki jako całości),
- punkt widzenia interesów rozwoju nauki i techniki, procesu postępu technicznego.

W ramach tych punktów widzenia, z kolei, można wyróżnić wiele stanowisk, niestety nie mają one charakteru w pełni obiektywnego, gdyż zależą od wyobrażeń, przekonań, wyznawanych doktryn.

Największym jednak wyzwaniem jest określenie efektów postępu z punktu widzenia ogólnospołecznego, w ujęciu definicji rozszerzonej ujmującej szeroko pojęte efekty społeczne, cywilizacyjne. Kłopot w tym, że efekty występujące w różnych dziedzinach nie dają się sprowadzić do wspólnego mianownika. Nie można ich także wycenić finansowo, gdyż wiele proponowanych dziedzin ma charakter nieekonomiczny. Nie ma żadnych podstaw do stosowania uzasadnionych ocen punktowych, gdyż wagi i kryteria takich systemów ocen będą zbyt obciążone błędem subiektywizmu. Jedyne, co można by zaproponować, to sporządzenie listy efektów wraz z ich opisem bez próby syntezy ocen. Takie postępowanie, wcale nie jest aż tak wadliwe, jak nam się to, na pozór, wydaje. Przyzwyczajeni do stosowanych w gospodarce ocen skalarnych, jednowymiarowych, na przykład masy zysku, dochodu narodowego, nie zdajemy sobie na ogół sprawy z tego, że rzeczywistość społeczna jest o wiele bardziej skomplikowana niż nam się to na pierwszy rzut oka wydaje,

na skutek czego jednowymiarowe oceny skutków radykalnych zmian w zasadzie w niej nie występują.

Należy jednak zauważyć, że bardzo istotnym segmentem ocen będą miary efektów ekonomicznych postępu, które nie powinny ulec zamazaniu w natłoku innych, mniej precyzyjnych wskaźników, wyrażonych „innym, niefinansowym językiem”. Często nawet wobec skomplikowanej metodologii badania efektów społecznych, będziemy poprzestawali na analizie czysto ekonomicznej. Taka uproszczona analiza, do niektórych wąskich celów badawczych (decyzyjnych), w zupełności wystarcza. (Nie zmienia to faktu, że postęp techniczny często wywołuje również zmiany społeczne i cywilizacyjne).

Spełnienie podstawowego kryterium postępu, tzn. obniżenie społecznych kosztów wytwarzania ma miejsce tylko wtedy, gdy występuje wzrost społecznej wydajności pracy, to jest wydajności w skali makro, odniesionej do systemu gospodarczego jako całości.

Są to w zasadzie dwie różne formy tego samego kryterium, gdyż w skali ogólnospołecznej wydajność pracy równa jest odwrotności społecznych nakładów pracy. Warunkiem postępu jest, przy przyjęciu ekonomiczności jako kryterium, nie wzrost wydajności pracy na poszczególnych stanowiskach pracy, czy w poszczególnych firmach, ale wzrost wydajności pracy w skali makro. W praktyce gospodarczej bez trudu można wykazać przypadki, kiedy stosowane bywają procesy wydajniejsze w skali mikro, lecz do osiągnięcia tego wzrostu stosować należy tak wiele pracy uprzedmiotowionej, że faktycznie, w skali społecznej następuje obniżenie wydajności pracy. Spowodowane jest to wzrostem zaangażowania pracy żywej w innych gałęziach w związku z większym zapotrzebowaniem na pracę uprzedmiotowioną – na środki produkcji.

Można postawić pytanie: „a co z produktywnością innych czynników, a przede wszystkim kapitału”? Takie pytanie nasuwa nam się gdy przyjrzymy się dwuczynnikowej funkcji produkcji Cobba Douglasa czy też jej rozwinięciu Timbergena. Zadawanie tego pytania jest jednak nieporozumieniem. Po pierwsze dlatego, że podstawą stwierdzenia, że „obniżenie społecznych kosztów oznacza wzrost wydajności w skali makro” jest funkcja produkcji jednoczynnikowa:

$$Y = wL$$

Czy funkcja ta pomija inne czynniki produkcji? Ależ nie! Inne czynniki jak na przykład wielkość kapitału i postęp techniczny (poziom zastosowanych rozwiązań techniczno-technologicznych) uwzględnia w tej funkcji parametr „w” (wydajność pracy), która zależy od ilości kapitału, jego produktywności i innych czynników, jakie zechcemy wyróżnić (np. poziom organizacji). Ogólnie np. można zapisać:

$$W = \varphi(U, T \dots O)$$

gdzie: U – uzbrojenie pracy,
T – poziom technologii,
... O. poziom rozwiązań organizacyjnych.

Samą zaś funkcję produkcji należałoby zapisać jako:

$$Q = L W$$

gdzie: W – jest zmienną zewnętrzną,
natomiast L – można potraktować jako zmienną lub też jako

parametr, gdyż jej przedział zmienności jest względnie wąski).

Innymi słowy wydajność pracy można potraktować jako zmienną uwzględniającą wszystkie możliwe czynniki produkcji poza pracą.

Teoretycznie można wyróżniać bardzo wiele czynników, jak i dzielić istniejące na podgrupy (na przykład różne formy kapitału), pytanie tylko, po co taki podział? Wiadomo, że i tak postępowanie takie niewiele naszą wiedzę wzbogaca, a poza tym, nie za bardzo wiemy do czego można wykorzystać nawet zwykłą dwuczynnikową funkcję Cobba Douglasa (bo do rachunku ekonomicznego praktycznie się nie nadaje), a także zbyt wiele jest wątpliwości związanych z szacowaniem współczynników elastyczności.

Ponadto istnieje bardzo ważny powód, dla którego w rachunkowości makro wybieramy funkcję jednoczynnikową lub zmodyfikowaną, tak jak wyżej, wieloczynnikową. Praca jest bowiem czynnikiem szczególnym i jedynym istotnym z humanistycznego punktu widzenia, dlatego traktujemy ją oddzielnie uważając ją za czynnik sprawczy.

Poza tym w ekonomii klasycznej a przede wszystkim w szkole marksistowskiej przyjęło się stanowisko, że praca jest źródłem wszelkiego bogactwa oraz źródłem i miernikiem tworzonej wartości.

Oprócz tego, jeśli potraktujemy gospodarkę oraz środowisko, w którym gospodarujemy (zasoby) jako system, to człowiek i jego praca jawi nam się jako czynnik zewnętrzny, podmiot – posiadacz tego systemu. Kapitał i wszelkie formy pracy uprzedmiotowionej w tym ujęciu są wielkościami egzogenicznymi i nieistotnymi z punktu widzenia interesów podmiotu. Dla podmiotu ważne jest, żeby system jako jednolita całość był wydajny i sprawiał mu jak najmniej kłopotów, to znaczy, żeby nakłady pracy były minimalne.

Z rozważań tych wynika praktyczny wniosek dotyczący kryterium efektywności dla postępu technicznego i ekonomicznego. W sferze ekonomicznej wzrost wydajności powinien prowadzić do mniejszego obciążenia człowieka pracą wydatkowaną w procesie gospodarowania. Jednym z najważniejszych, podstawowych celów gospodarowania jest umożliwienie własnej egzystencji podmiotu tego procesu, czyli człowieka. Również oprawa standardu życia (dobrobytu) jest na pewno zasługą bardzo wielu innowacji technicznych, ekonomicznych, organizacyjnych, ustrojowych, społecznych i innych. W związku z tym proponujemy, aby efekty innowacji w skali makro, te które mają wpływ na poziom dobrobytu (poprawę dobrobytu), mierzyć skróceniem *średniego czasu pracy niezbędnej do wytworzenia dochodu umożliwiającego zakup wybranego, standardowego agregatu dóbr*. Standard (lub, jak kto woli, koszyk dóbr) oczywiście może być dowolny, ale najdogodniejszy byłby koszyk określający społeczne minimum niezbędne do utrzymania. **Dobrobyt jest tym większy, im mniej czasu przeciętny członek społeczeństwa musi pracować, aby nabyć określony agregat typowych dóbr**, jak mieszkanie, standardowa żywność, typowa odzież, samochód określonej klasy. Pracownik pozostały czas potencjalnej pracy może poświęcić na zdobywanie innych dóbr materialnych i niematerialnych, w tym: zaspokajających bardziej wyrafinowane potrzeby psychiczne. Możemy więc uznać, że im niższy jest czas pracy poświęcony osiągnięciu

dóbr ujętych w agregacie, tym ogólny poziom zaspokojenia potrzeb jest większy i tym większy jest dobrobyt. Czyli:

$$\Omega = 100\% - U \quad (13)$$

gdzie: U – średni, procentowy udział w łącznym czasie pracy, pracy poświęconej na osiąganie dóbr ujętych w standardowym agregacie,

Ω – wskaźnik dobrobytu.

Stąd ekonomiczny efekt innowacji

$$EEI = U_1 - U_2 \quad (14)$$

Warto zauważyć, że postęp techniczny dokonujący się poprzez wdrażanie innowacji z punktu widzenia makro systemu jest procesem. Innymi słowy, są to nie tyle pojedyncze przypadki udoskonalień, co zmiany w sensie globalnym, obejmujące całokształt systemu gospodarczego i zachodzące w czasie. Czas jest więc atrybutem tego procesu.

Należy zwrócić uwagę, że proponowany miernik nie jest w zasadzie miernikiem efektywności ekonomicznej, czy produktywności jakichkolwiek czynników. Jest on natomiast miarą, sformułowanego w sposób specyficzny, dobrobytu społecznego. Ocenia on tylko wysiłek przeciętnego członka społeczeństwa niezbędny do zapewnienia środków umożliwiających mu przeżycie na określonym standardowym poziomie. Tegoż członka społeczeństwa nie interesuje, co się dzieje wewnątrz systemu ekonomicznego, jakie przeprowadzane są w nim operacje, w jaki sposób jest w nim akumulowana praca uprzedmiotowiona (kapitał) i jaka jest stosowana metodologia rachunkowości dochodu narodowego i rachunku ekonomicznego. Jest to więc miara czystej społecznej efektywności systemu gospodarczego jako wydzielonej całości. Metoda ta bardziej przypomina praktyczne wykorzystanie prawa Engela niż klasyczne narzędzie badania efektywności ekonomicznej. Podobne podejście prezentuje między innymi Stiglitz, który twierdzi: „Już najwyższy czas na zmianę nacisku z pomiaru produkcji gospodarczej na pomiar dobrobytu „ [10, s. 10].

OCZEKIWANIA NA PRZYSZŁE EFEKTY POSTĘPU TECHNICZNEGO

Współcześni ludzie są na ogół zafascynowani poziomem rozwoju technologicznego. Zaryzykować można jednak twierdzenie, że podstawowe problemy początku XXI w. wynikają nie tyle z szybkiego rozwoju techniczno-ekonomiczno-cywilizacyjnego, co ze zbyt wolnego jego tempa. Spoglądając na procesy rozwojowe z perspektywy lat 50-tych, 60-tych i 70-tych dwudziestego wieku, nie sposób nie zauważyć, iż rewolucja naukowo - techniczna nie przyniosła spodziewanych zmian na skalę ówczesnych oczekiwań. Co więcej, rewolucja naukowo – techniczna w ostatnim dwudziestoleciu uległa gwałtownemu wyhamowaniu. Pod koniec lat sześćdziesiątych, po spektakularnych, skokowych zmianach w nauce i technice, dość powszechnie sądzono, iż w roku 2000 zostanie w pełni opanowany problem kontroliowania syntezy termojądrowej, czy też popularne będą loty na Księżyc i na Marsa a podstawowe potrzeby populacji świata zostaną zaspokojone w pełni. Rodzi to pewnego rodzaju rozczarowanie a nawet frustrację.

W przyspieszonym tempie rosną natomiast patologie ekonomiczne i społeczne współczesnego świata. Pogłębia się przepaść między biednymi i bogatymi. Władza przechodzi z rąk demokratycznie wyłonionych władz do korporacji transnarodowych. Coraz bardziej zanika podmiotowy charakter pracy, która staje się zwykłym towarem. Jej cenę ustala globalny rynek. Pojawiło się nawet pojęcie „kapitał ludzki” chętnie i bezkrytycznie stosowane przez ekonomistów jako synonim używanego dotychczas – „wiedza i kwalifikacje pracowników”.. Nie zmienia to bynajmniej faktu, że sprzeczność między kapitałem (w tradycyjnym tego terminu znaczeniu) a pracą (która to sprzeczność w połowie XX w. była już w zaniku) na nowo nabiera ostrości.

Z drugiej strony mamy do czynienia w skali świata z gigantycznym marnotrawstwem już istniejącego potencjału wytwórczego. Asygnowane są wielkie wydatki na niszczenie konkurentów ekonomicznych i politycznych a także na niepotrzebne wojny i zbrojenia. Ponoszone są również olbrzymie (w wielu przypadkach zbędne) koszty transakcyjne (reklamy, obsługi prawnej, wynagrodzeń pośredników i biurokratyczną otoczkę oraz koszty zwykłego nadużywania swoich kompetencji przez menedżerów.)

Współcześni ludzie coraz częściej zadają sobie pytanie: dlaczego mimo tego, że posiadają coraz szybsze auta, podróżują samolotami, korzystają z komputerów, internetu i telefonów komórkowych, mają coraz mniej czasu? Odpowiedź brzmi: bo coraz gorzej organizują życie społeczne. Wynalazki są źle wykorzystywane, a niejednokrotnie obracają się przeciw samemu społeczeństwu! Organizacje stosują coraz bardziej czasochłonne i kosztowne procedury, tworzą coraz bardziej rozbudowane instytucje biurokratyczne, które tak naprawdę nie przyczyniają się do usprawnienia życia społecznego, ale za to generują zapotrzebowanie na nowe instytucje i nowe procedury oraz koszty.

Rodzą się pytania: Czy rzeczywiście współczesna cywilizacja rozwija się w sposób tak idealny jak to przedstawiają niektórzy publicyści i czy zmierza ona we właściwym kierunku? Czy postęp społeczny i ekonomiczny rzeczywiście jest na tyle znaczący, iż może rozwiązać najważniejsze problemy ludzkości? Jeśli tak, to, jakie jest źródło licznych i coraz większych patologii ekonomicznych i społecznych we współczesnym świecie?

PODSUMOWANIE

Autorzy uważają, iż **dynamika zmian społeczno ekonomicznych wbrew temu, co się powszechnie sądzi, jest stosunkowo wolna, nie na miarę oczekiwań.** W dodatku w sferze szeroko pojętej organizacji życia w sensie globalnym mamy do czynienia z antyinnovacjami pogarszającymi efektywność wykorzystania istniejących technik i technologii. Świadczą o tym chociażby próby prowizorycznego rachunku na podstawie zaproponowanej formuły efektywności. Wiele ważkich problemów społeczno – ekonomicznych współczesnego świata takich jak głód, nędza, niedobór wody, mogło i powinno być już dawno rozwiązane. Współczesne społeczeństwa dysponują bowiem rozbudowanym, lecz nie w pełni wykorzystanym potencjałem, dzięki któremu te podstawowe problemy ekonomiczne mogłyby być rozwiązane raz na zawsze, nieomal natychmiast i stosunkowo niskim kosztem. Gdyby, np. środki ekonomiczne przeznaczone

w ostatnich latach na wojny i zbrojenia wykorzystać na rozwój infrastruktury i poprawę warunków życia mieszkańców krajów rozwijających się, stopa życiowa dziś utrzymywałaby się tam na poziomie gospodarek średnio rozwiniętych. Tymczasem gospodarkę światową i ludzkość gnębią nadal takie wstydliwe problemy jak głód bezrobocie, bezdomność, brak podstawowych realnych, zabezpieczeń społecznych.. Tempo wzrostu gospodarczego wielu krajów rozwiniętych, w tym, w ostatniej dekadzie w Unii Europejskiej, jest żenująco niskie a powodem tego nie są bynajmniej jakieś zewnętrzne siły „nadprzyrodzone”, ale czysto wewnętrzne, wynikające z organizacyjnej zapaści i zwykłej nieudolności.

Wielkim, wciąż niedocenianym zagrożeniem dla gospodarki światowej u progu XXI w jest wydostanie się globalnych finansów spod jakiegokolwiek kontroli instytucjonalnej i społecznej oraz groźba powstawania kryzysów finansowych, których skutki dla gospodarki światowej mogą być katastrofalne. Kryzysy finansowe, szybko bowiem przenoszą się na tzw. sferę realną gospodarki, jako, że system finansowy wchodzi w skład „przestrzeni decyzyjnej” zaawansowanej gospodarki rynkowej. Z próbą takiego kryzysu mieliśmy do czynienia już w latach 2009-2010.³ Nieco inny charakter, ale podobnie destrukcyjne skutki w sferze realnej, mają kłopoty systemu wspólnej waluty europejskiej euro. Występowanie takich kryzysów, świadczy, ni mniej ni więcej o tym, że współczesny człowiek nie panuje już nad swoim tworem, jakim jest gospodarka [9].

Pojawiają się czarne scenariusze rozwoju sytuacji społeczno ekonomicznej, które są zaprzeczeniem tezy o postępie. Do ekonomistów dostrzegających symptomy regresu należy J. Ryffkin, który zauważa, iż postęp techniczny i automatyzacja procesów produkcyjnych spowoduje spadek zapotrzebowania na pracę a co za tym idzie gwałtowny wzrost bezrobocia technologicznego i wyalienowanie znacznej części społeczeństwa z oficjalnego obiegu gospodarczego i społecznego (sektora rynkowego i publicznego). „W najbliższych latach zjawisko zaniku sektora rynkowego i publicznego wpłynie na życie ludzi w dwojaki sposób: ci, którzy nie stracą zatrudnienia będą mieli krótszy dzień roboczy.... Natomiast bezrobotni i zatrudnieni doraźnie będą nieubłaganie spadać do permanentnej klasy niższej. Doprowadzeni do rozpacz, chcąc przeżyć oddadzą się gospodarce nieoficjalnej.... Inni będą kraść i popełniać drobne przestępstwa. Handel narkotykami i prostytucja będą się nadal rozwijać, bo miliony ludzi, pozostawionych samym sobie poprzez społeczeństwo, które nie potrzebuje ani nie chce ich pracy, będą próbowały poprawić swój los. Ich wołania o pomoc nikt nie usłyszy.” [5] Jeszcze raz należy tutaj podkreślić, że to nie przyspieszenie zmian, lecz **brak postępu społeczno – ekonomicznego w wielu dziedzinach oraz konserwatyzm myślenia jest największym współczesnym problemem.** W sferze świadomości funkcjonuje wiele konserwatywnych przestarzałych poglądów na gospodarkę i organizację życia społecznego. Pokutują, dawno „zmurszałe”, ponad stuletnie doktryny ekonomiczne, które nijak się mają do współczesnej rzeczywistości i wyzwań XXI w. Coraz bardziej oczywista staje

się, więc, potrzeba stworzenia nowych teorii i paradygmatów ekonomicznych [8, s. 70]. Jednym z przejawów wspomnianego konserwatyizmu w myśleniu ekonomicznym jest głoszenie poglądu, że ludziom wyrzuconym poza nawias społeczeństwa należy zaproponować tzw. „wędkę” zamiast ryby, tymczasem zapomina się, że to nie z braku „wędkę” wynikają ich problemy, lecz z braku „ryb w jeziorze” oraz jakże często z „braku dostępu do samego jeziora”.

Przestarzałe wydają się również pojmowanie i praktyka stosowania reguł demokratycznych. Członkowie „demokratycznych” społeczeństw często odczuwają, że w istocie nie mają realnego wpływu na bieg spraw, demokracja ma bowiem charakter formalny, fasadowy. Wynika stąd zniechęcenie do procedur demokratycznych.

Uważamy, że w tych okolicznościach nie może być mowy o nie nadążaniu społeczeństwa za postępem i zmianami. Jest raczej odwrotnie. To wdrażane innowacje i zmiany nie nadążają za społecznymi potrzebami i uwarunkowaniami. Możliwości, jakie niesie rozwój nauki i techniki są w praktyce niewykorzystywane. To właśnie dobrze pojęty postęp techniczny i wymuszony przez niego postęp ekonomiczno- społeczny jest jedyną drogą rozwiązywania problemów i wyzwań XXI w.

LITERATURA

- [1] **BEGG D., S. FISCHER, R. DORNBUSCH. 1998.** Ekonomia. Mikroekonomia. Warszawa: PWE.
- [2] **BIAŁOŃ L. 2014.** Zarządzanie działalnością innowacyjną. Warszawa: Wydawnictwo PLACET.
- [3] **KALECKI M. 1965.** „Krzywa produkcji a rachunek efektywności inwestycji”. *Ekonomista* nr. 1.
- [4] **KOŁODKO G. 2010.** Świat w zasięgu myśli. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- [5] **RIFKIN J. 2003.** Koniec pracy, Schyłek siły roboczej na świecie i początek ery postrykowej. Wrocław: Wyd. Dolnośląskie.
- [6] **SCHUMPETTER J. 1960.** Teoria rozwoju gospodarczego. Warszawa: PWN.
- [7] **SMOLAGA L. 1998.** Efektywność postępu naukowo – technicznego. Bydgoszcz: Wydawnictwo WSP w Bydgoszczy.
- [8] **SMOLAGA L. 0000.** „Systemowe odwzorowanie transformacji gospodarczej. Reprodukacja gospodarcza i ewolucja systemów”. *Zarządzanie. Teoria i praktyka* Nr 2 (6): 70-79.
- [9] **SMOLAGA L. 2012.** „Kryzysy ekonomiczne początku XXI w jako symptom procesu upadku tradycyjnych finansów”. *Nauka Gospodarka Społeczeństwo* nr 2(4): 43-73.
- [10] **STIGLITZ E. J., A. SEN, J-P. FITOUSSI. 2013.** Błąd pomiaru. Dlaczego PKB nie wystarcza. Warszawa: PTE.

3 G. Kołodko uważa, że kryzys ten „nie mógł się zrodzić w krajach ze społeczną gospodarką rynkową. Jego korzenie tkwią głęboko w neoliberalnym modelu anglo- amerykańskiego kapitalizmu.... nałożenie się kryzysogennych zjawisk i procesów możliwe było wyłącznie w przypadku typowej dla neoliberalizmu kombinacji wartości instytucji i polityki”, *Świat w zasięgu myśli*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2010 s. 89 [4]

Prof. dr hab. Jan CZERNIAKIEWICZ

Dr inż. Zdzisław MAŚLAK

Wydział Menedżerski i Nauk Technicznych, WSM w Warszawie

O ETYCE POLSKICH SŁUŻB BEZPIECZEŃSTWA I PORZĄDKU PUBLICZNEGO W ZARZĄDZANIU KRYZYSOWYM (po 1989 r.)[®]

About ethics of Polish departments of safety and public order in the crisis
management (after 1989)[®]

W artykule dokonano analizy okoliczności przebudowy systemu etycznego funkcjonowania instytucji państwa polskiego po 1989 roku ze szczególnym uwzględnieniem zmian systemu organów ochrony państwa, a wśród nich organów ochrony bezpieczeństwa i porządku publicznego. Założono, że w zakresie praw obywatelskich określonych w Konstytucji i Międzynarodowych Paktach Praw Człowieka, organy ochrony bezpieczeństwa i porządku w Polsce dysponujące środkami przymusu na podstawie obowiązującego prawa, nie mogą być wyłączone spod kontroli prawnej instytucjonalnej, etycznej i moralnej. W rozważaniach założono, że podstawą tych zmian była potrzeba ochrony demokratycznego porządku prawnego, zachowania jego ciągłości, podziału kompetencji władz i administracji oraz społecznej kontroli zasad funkcjonowania demokratycznego Państwa.

Kiedy w 1989 r. dokonał się (zapoczątkowany w 1976 r.) upadek realnego socjalizmu w Polsce, zaszła potrzeba (przy uwzględnieniu ówczesnych okoliczności zmiany ustroju) przebudowy systemu etycznego funkcjonowania instytucji państwa. W tym systemie ważne miejsce zajmował system organów ochrony państwa, a wśród nich organy ochrony bezpieczeństwa i porządku publicznego.

Spółeczeństwo polskie u podstaw swojej egzystencji dostrzega potrzebę ochrony demokratycznego porządku prawnego i zachowania jego ciągłości, podziału kompetencji władz i administracji oraz społecznej kontroli tych zasad. W zakresie praw obywatelskich określonych w Konstytucji i Międzynarodowych Paktach Praw Człowieka, organy ochrony bezpieczeństwa i porządku w Polsce dysponujące środkami przymusu na podstawie obowiązującego prawa, nie mogą być wyłączone spod kontroli prawnej instytucjonalnej, etycznej i moralnej [2, s. 23-29].

Polska ma w tym celu szeroko rozbudowany system prawno-instytucjonalnych gwarancji praworządności – od tradycyjnych po nowoczesne, w tym także nie spotykane w innych europejskich państwach. Do prawnych gwarancji praworządności działania organów i instytucji państwa należy zaliczyć m.in. nowoczesne formy ustawy o urzędzie ministra spraw wewnętrznych, ministra sprawiedliwości, do którego przydzielono Prokuraturę Generalną w zakresie działania podległych mu organów, Trybunału Konstytucyjnego,

This article analyzes the circumstances of the reorganization of Polish state institutions functioning ethical system state after 1989, with particular emphasis on changes in state authorities system, including authorities protecting safety and public order.

It was assumed that the rights of citizens, under the Constitution and the International Covenants on Human Rights, cannot be exempted from judicial control institutional, ethical and moral, by safety and order authorities in Poland, possessing coercive measures under the applicable law. The consideration assumes that the basis of these changes was to protect the democratic legal order; preserve its continuity, division of powers and authorities, administration and social control rules for the functioning of a democratic state.

Trybunału Stanu, Rzecznika Praw Obywatelskich itd. Sama ustawa jednak nie gwarantuje automatycznie osiągnięcia w życiu publicznym, a w tym i w działaniach aparatu administracji państwowej, stanu określanego mianem praworządności. Niezwykle ważnym zadaniem jest nieustanna troska o przestrzeganie przez organy i instytucje państwa, osoby urzędowe i obywateli prawa i norm wspomnianych ustaw. Problematyka praworządności nie wyczerpuje się tylko w obowiązku przestrzegania prawa (praworządność formalna), lecz także w odpowiedniej treści i jakości prawa (praworządność materialna), z którymi polski system ustrojowy miewa trudności już w samym parlamencie [3, s. 77-83].

Mimo, że ideologia uzasadnia działanie polityczne i w całości odnosi się do celów, które mają zakończyć określony etap działań a następnie rozwijać je, zawiera również wskazania teoretyczne i praktyczne, jak należy działać, aby osiągnąć zaplanowany cel. Polityka traktowana jako dążenie, któremu odpowiadają określone działania (także w wyniku sytuacji konfliktowych władzy) i relacje (rezultat stosunków między ludźmi), w swojej hierarchii celów nie zawsze stawia najwyższy postęp uzyskiwany drogą sprawiedliwie rozłożonego wysiłku i płynących stąd korzyści – szczególnie w sytuacji gdzie nadrzędną wartością ma być praca. Rolą państwa jest troszczyć się o to, aby rezultaty tej pracy zostały korzystnie spożytkowane indywidualnie i zbiorowo, przy uwzględnieniu kryterium nakładu sił w obszarach takich jak polityka

społeczna, edukacja narodowa, sprawy wewnętrzne, wymiar sprawiedliwości, obrona narodowa.

Działania na rzecz postępu mierzonego w przyroście jednostek dobrobytu ludności w kategoriach indywidualnych i zbiorowych to zadanie szybkiej realizacji za pomocą wszystkich możliwych procedur. Decyduje to o sile państwa i jej władzy politycznej, jej celach nominalnych (wartościujących) i skuteczności działania. Walki międzypartyjne z naruszeniem standardów etycznych, moralnych, a nawet prawnych, o czym świadczą liczne ostatnio procesy sądowe (w czasie kampanii wyborczych do sejmu, senatu i na urząd prezydenta), są powodem postępującej degradacji systemu partyjnego a następnie systemu ustrojowego. Efektem tego jest m.in. niski udział społeczeństwa w wyborach politycznych. Wbrew pozorom, takie pojmowanie relacji ideologia-polityka sprzyja decyzjom irracjonalnym z punktu widzenia racji stanu, a u ich podstaw jest partyjne spojrzenie na całokształt tych zagadnień.

Relacje między założeniami systemu wpływającego z charakteru ustroju, w części dotyczącej procesu historycznego muszą się syntetyzować na racji narodowej trwałości, w zgodności z podjętymi zobowiązaniami międzynarodowymi i sojuszniczymi. Z punktu widzenia państwa w relacjach multilateralnych i bilateralnych na pierwszym miejscu jawi się problematyka ekonomiczna a ściślej ciągle niska efektywność gospodarcza wynikająca nie tylko z kryzysu gospodarczego. Działa ona destrukcyjnie w dwóch płaszczyznach: wewnętrznej (niski poziom życia i niestabilność społeczno-polityczna) i międzynarodowej (mała efektywność gospodarowania powoduje spadek prestiżu i atrakcyjności państwa), a także zatrudnienia – wysokie bezrobocie (13 - 9%) i niskie, niemal symboliczne wynagrodzenie za pracę. Wewnętrzna organizacja państwa, które przeszło od socjalizmu do kapitalizmu z jej funkcjonalnymi podziałami nie była przedmiotem starannego oglądu teoretycznego. Sprawa rozstrzygała się jakby na poziomie funkcji wewnętrznej państwa, ściśle rozgraniczonej z funkcją zewnętrzną. W dzisiejszym świecie taki ścisły podział teoretyczny jest nie do obronienia. Między innymi sprawa praw człowieka i wolności obywatelskich, których przynajmniej część została skatalogowana w uchwałach OBWE i wraca bez przerwy na forum międzynarodowym. Jest to szczególnie ważne dla pozapolitycznej oceny służb ochrony porządku prawnego. Zyskały one sobie określone „wyobrażenie” m.in. Trybunał Konstytucyjny. Komplikacja zależności współczesnego świata ogromnie utrudnia w praktyce sposób definiowania pozapolitycznej oceny służb ochrony porządku prawnego, zwłaszcza, że w pamięci (ostatnio wciąż odświeżanej) tkwi groźne przypomnienie związanych z tym nadużyć dokonywanych przez różne instytucje państwa i systemy ustrojowe [7].

Szansą na przeorientowanie takiego stanu rzeczy w pozytywny dorobek liberalizmu, także w Polsce, jest m.in. rozwój kulturowy i intelektualny społeczeństwa polskiego, gdy alternatywną propozycją jest menedżerski model zarządzania gospodarką i pluralizm gospodarczy, społeczny i kulturalny, efektywnie i wiarygodnie realizowany, tj. skutecznie. Są to dwa aksjomaty świadomie realizowanych przemian. Budowa ustroju może się lepiej dokonać wtedy, gdy nastąpi pełne pokonanie kryzysowych właściwości dotychczasowego modelu (i praktyki), tj. przez efektywne reformy (z zasadą nadrzędną: płaca za pracę i jej wyniki), demokratyzację

wzmacniającą proefektywnościowe działania, poszerzającą inicjatywy obywatelskie i zmieniającą jakość życia (samopoczucia) ludzi oraz przez jawność, a więc ukazywanie wszystkiego co się dzieje teraz (i działa w przeszłości) – z zachowaniem racji narodowej i państwowej. Zasadnicze znaczenie ma aktywność i zwartość społeczeństwa polskiego, szczególnie istotna w warunkach strukturalnej różnorodności, (zwłaszcza, że uaktywnia się skrajna prawica polityczna często działając destrukcyjnie i w fałszywej jedności), a także pluralizm i zwartość kultury społeczeństwa.

W systemie bezpieczeństwa i porządku publicznego dominować muszą wartości niezbędne: porządek konstytucyjny i prawny, poszanowanie fundamentalnych praw, wolności obywatelskich, apolityczność przez autodefinicję merytorycznej i społecznej misji (służb na rzecz społeczeństwa obywatelskiego w imię pozaosobistych interesów) z kategoryzacją wiedzy ogólnej, historycznej, zawodowej i życiowej. Pozwoli to stale utrzymywać sprawność, skuteczność, awans służbowy (zbiorowy) i awans indywidualny.

Obok kwalifikacji rozumianej jako skuteczne przeciwdziałanie i zwalczanie przestępczości (zarówno wewnętrznej jak i we współdziałaniu – zewnętrznej), ważną rangę ma tu również kategoryzacja zdarzeń, a zarazem ich identyfikacja (przez operacyjne mechanizmy), które w doświadczeniu kształtują przekonanie o kwalifikowanym (warsztatowo, prawnie i moralnie) postępowaniu tych służb.

Przestrzeganie etyki postępowania, prawa a zarazem wolności, ma tu walor intuicyjnej konstatacji, iż niegodne środki likwidują wartości planowanego - wyznaczonego porządku (systemu). Trzeba je więc traktować jako kategorię opisu i kategorię normatywną.

Tymczasem sprawność tak widzianego systemu utrudnia bezprawne i przestępcze działania niektórych struktur władzy ustawodawczej, wykonawczej i sądowniczej (afery przestępcze, działania agencji wywiadowczych, korupcja, sprzeniewierzenia, swoiste mechanizmy, powiązania polityki z przestępczością pospolitą), choć wartościowanie przeprowadzone jest według wartości tradycyjnych, tj. wypróbowanych w zbiorowych wyobrażeniach i standardach kulturowych społeczeństw obywatelskich. System nie może opierać się na kłamstwie, powinien działać uczciwie i rzetelnie, (chodzi bowiem o image – prestiż w ciągłym wartościowaniu).

Obszary działania systemu uwzględniać muszą kategorie racji stanu państwa i racji obywateli – suwerenność prawa i wolność obywateli, prawa człowieka, umowy społeczne oraz muszą akceptować relacje (założenia) normatywne, oparte na zasadzie interesów władzy i obywateli. Subtelność relacji jest tu czytelna: najpierw prawa, potem obowiązki – o czym zaświadcza teoria i praktyka demokratycznych systemów.

Instytucja władzy, sprawność systemu musi być nieprzerwanie czynnym źródłem porządku i organizacji, z natury funkcjonalnym, by realizować wartości zbiorowości zorganizowanej, a zarazem realizować wartości jednostek – ukształtowane przez cywilizację i kulturę łacińską (pokój, wolność, współdziałanie).

Prawo i moralność systemu wyznaczają sobie różne, ale i podobne zadania. Przekonanie nie jest gwarancją materialną i moralną działania, bo zależy od motywacji niezależnych, od sytuacji i skutków podjętego wyboru. Dobra intencja

prowadzi do skutków podjętego wyboru. Dobra intencja prowadzi też często do skutków odwrotnych, gdy dobro zmienia się w zło, gdyż cechy autora nie ułatwiają poszerzania lub kultywowania dobra.

Systemy w różnych zakresach rodzą też wiele patologii społecznych, a wśród nich najważniejsze – terrorizm i kryzys polityczny, gospodarczy oraz systemowy. Różne są przyczyny aktów terrorystycznych, ale najczęściej terror indywidualny łączy się z terrorem instytucjonalnym, albo też z bezkrytycznym odruchem osób, gdy ucisk staje się nie do zniesienia. Terror E. Hobsbown określa jako niekoniecznie walkę z uciskiem w ogóle, tylko walkę z uciskiem uważanym za zbyt okrutny. Terroryzm stosuje środki niegodziwe, graniczące z pospolitą przestępczością albo po prostu kryminalne; stąd jego dyskwalifikacja moralna i dążenie do uregulowań prawnych – także w skali międzynarodowej [4].

Bezwzględne poszanowanie prawdy i prawa konstytucyjnego przez służby oraz osoby prywatne i instytucje porządku to wymóg uniwersalny, który nadaje szczególnie służbom osobowość demokratyczną, a zarazem humanistyczną, uwrażliwia je na innego człowieka, ujawnia ich społeczliwe oblicze w walce o ochronę życia, zdrowia i mienia społeczeństwa obywatelskiego, ale również porządku publicznego demokratycznego państwa polskiego.

Zadania te determinują ich model moralny. Jest to zagadnienie asymilacji moralności katolickiej, wyznaczonej historią narodu polskiego i moralności niezależnej, powiązane z własną społeczną i zawodową praktyką czasów transformacji systemu. Ranga zagadnienia jest tym większa, że historia współczesna dostarcza przykładów sprzeczności i konfliktów ich uwikłania, z których nie zawsze wychodziły one z autorytetem moralnym (przykłady udziału w mafii), choć podlegają normom moralności powszechnej. Delikatna jest cała problematyka dyspensy moralnej, kontaktu zawodowego ze środowiskami przestępczymi, praworządności jako normy prawnej, apolityczności oraz poszanowania praw i wolności obywatelskich.

Problematykę praw i wolności obywatelskich obejmuje też Konstytucja RP (2 kwietnia 1997 r.). Bezpieczeństwo obywateli oraz ich prawa i wolności obywatelskie stanowią jedną z największych jej wartości. Tak ujęta funkcja ustawodawcza rozkłada się na cykle działań, które wyrażają się w ujęciach linearnych za pomocą operacji logicznej, na podstawie zdań niezawodnych. Dotyczy to przede wszystkim posługiwania się regułą prostego kauzalizmu, który daje się stosować do zależności między ustawą zasadniczą i produktem woli parlamentu mającego kształt normy.

Problematyka ta ma ważne znaczenie, bo jest uznawana przez większość, a krytyczne ujęcia nie mają większego wpływu na symboliczne i praktyczne wyobrażenia. Przy analizowaniu tylko treści ustawodawczych, (co rozciąga się na znacznie większą liczbę obowiązujących ustaw niż sama konstytucja), pozostawilibyśmy w ograniczonej sferze kultury prawniczej, przy analizie symbolu III RP – szerzej w kulturze politycznej [6, art. 30, s. 12].

Państwo i bezpieczeństwo jako wyobrażenie zbiorowe, oraz prawo jako norma ustrojowa nie tworzą jednak autotelicznych relacji. Trzeba je bowiem traktować jako składnik systemu dynamicznego, wytwarzanego w historii, w toku przemian – zarówno w przeszłości, jak i teraźniejszości. One

bowiem określają treść i formę państwa i nadają szczególny sens normom prawa, a samo tworzenie się systemu jest aktem historycznym, społecznym i praktycznym zarazem. Zwrócenie uwagi na te proste sprawy nie jest zabiegiem retorycznym, ale może ułatwieniem charakterystyki przemian w polskim laboratorium zmian ustrojowych o znaczeniu historycznym.

Jesteśmy przekonani, że pomocna – jest tu analiza systemowa, bo ułatwia oznaczenie funkcji elementów przyjętych (z przeszłości bliższej i dalszej), względem elementów przemian, kreowanych przez te przemiany. Wartość tych elementów – w sensie znaczenia dla przeszłości – wyznacza relację wobec instytucji prawnych, zbiorowości narodowej i społecznej, wyrażonych w sposób niewątpliwy lub dorozumiany. Jeśli system ten utrwalił się szybko, to składniki funkcjonalne, tj. działające na jego rzecz przeważały nad składnikami dysfunkcjonalnymi.

Szczególne miejsce w ustawie zasadniczej zajmuje też problematyka ochrony praw i wolności obywatelskich – zarówno w sensie prawnym, jak i moralnym, bowiem przyrodzona(...) godność człowieka stanowi źródło wolności i praw (...). Jest nienaruszalna, a jej poszanowanie i ochrona jest obowiązkiem władz publicznych. W tym względzie konstytucja nawiązuje do nowatorskich rozwiązań konstytucyjnych demokratycznych państw europejskich, a także do rezolucji Rady Europy i ONZ.

Instytucje ochrony porządku prawnego mają szczególne zadanie postępowania zgodnego z normami prawa, konstytucyjnym porządkiem państwa i normami etycznymi, a zwłaszcza z poszanowaniem prawdy, wolności i godności obywatela. Znajduje to swój wyraz m.in. w relacjach ich działań i przepisów prawa, rządach prawa oraz ochronie i krzewieniu praw człowieka. Mają specyficzną implikację w stosunku do dowodzenia i kierowania służbami (prawo do uczciwego procesu, prawa człowieka w czasie zatrzymania, prawa człowieka mające istotne znaczenie w szkoleniu, prawa człowieka a użycie siły i broni palnej, wybrane klauzule dokumentów z zakresu praw człowieka mające istotne znaczenie w szkoleniu, prawa człowieka, ochrona młodocianych i nieletnich, a także pełnienie służby w policji w czasie konfliktów zbrojnych). Ważne miejsce zajmuje w tej kwestii stanowisko Europejskiej Komisji Praw Człowieka w Strasburgu.

W naszej konstytucji jednoznacznie przedstawione są kategorie oraz relacje praworządności i moralności w ochronie bezpieczeństwa publicznego, mówi ona że Rzeczpospolita Polska „zapewnia każdemu człowiekowi prawo życia” (art. 38), zapobiega nieludzkiemu lub poniżającemu traktowaniu i karaniu, zapewnia nietykalność i wolność osobistą oraz stwierdza, że zbrodnie wojenne i zbrodnie przeciwko ludzkości nie podlegają przedawnieniu. Prawomocność i moralność ma tu wymiar ograniczonej zależności.

Integralną częścią praworządności jest konstytucyjna zasada legalizmu. Zasada ta to również podstawowy warunek istnienia demokracji, a przestrzeganie konstytucyjnego porządku jest nie tylko zagadnieniem prawnym, lecz zarazem ustrojowym i politycznym.

Dla służb państwowych ochrony bezpieczeństwa jest to konstytucyjny obowiązek przestrzegania prawa i zasad etycznych w postępowaniu z obywatelami, przestrzegania zasad moralnych w zespołach porządku publicznego, przestrzegania

obyczajów służbowych oraz pozasłużbowych. Możemy więc powiedzieć, że konsekwentne przestrzeganie prawa jest ich podstawową zasadą moralną, a działanie wbrew prawu jest zawsze naruszeniem konstytucyjnego porządku i godzi w autorytet obywateli i państwa. Postępowanie powinno być także powiązane z refleksją umysłową i moralną i nie może być w nim schematyzmu i bezduszości.

Specjalną wrażliwością konstytucyjną opatrzone są problemy działalności operacyjnej i dochodzeniowo-śledczej (art. 60), stanowiące dziedzinę szczególnie newralgiczną. Dotyczy to zarówno obsługi pragmatycznego procesu wykrywania (postępowanie przygotowawcze z czynnościami procesowymi), jak i pracy operacyjnej. Obejmują zagadnienia nie tylko takie jak konflikt pragmatycznych celów tej pracy oraz gwarancji i uprawnień (zabezpieczonych w kodeksie postępowania karnego) uczestników postępowania karnego, ale również kooperacji negatywnej. W tło wkomponowana jest tu także problematyka dyspensy moralnej, bezpieczeństwa osobistego, itd., ale tak obszerne zagadnienia wymagają oddzielnej publikacji.

Ze standardami etycznymi i moralnymi w czasie pokoju i spokoju związane są też standardy etyczne i moralne czasu zagrożenia bezpieczeństwa i wojny. Chociaż w ostatnich czasach zmniejszyło się w stopniu znaczącym zagrożenie wojną, nie oznacza to, że nie istnieją konflikty w sferze politycznej, militarnej, gospodarczej czy ekologicznej (Rosja, Syria, Ukraina, niektóre kraje Afryki Środkowej).

Racja stanu, tj. potrzeba trwania i przetrwania narodu i państwa wymaga szczególnej troski o suwerenność i integralność terytorialną przy sprawnej polityce zagranicznej wspieranej współistniejącymi z nią instytucjami bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego. Konstytucyjne zabezpieczenie stanów nadzwyczajnych z ich ograniczeniami w warunkach zagrożenia i kryzysu powinny zapewniać prawa i wolności człowieka i obywatela, gdyż demokratyczny system ustrojowy nie może być neutralny w przypadku swojego zagrożenia.

Prawa człowieka trzeciej generacji ukształtowane już w latach 70 i 80 XX wieku oparte na wartościach więzi społecznej, braterstwa i humanizmu dobrze regulują te zagadnienia, a źródła międzynarodowej ochrony praw człowieka dobrze je zabezpieczają, m.in. przy masowym ich łamaniu przez interwencję humanitarną, u podstaw której leży bezwzględna ochrona praw człowieka i ściganie skuteczne sprawców zbrodni wojennych i ludobójstwa.

B. Geremek w swoim wystąpieniu na temat suwerenności i praw człowieka powiedział „Państwo, które dopuszcza się ciężkich przestępstw przeciwko własnej ludności musi się spotkać z reakcją międzynarodową” [5, s. 11]. Dlatego też Konstytucja RP podkreśla, że stan nadzwyczajny może być wprowadzony w sytuacjach szczególnych zagrożenia, jeśli zwykle środki konstytucyjne są niewystarczające (art. 228). Prawo międzynarodowe wymaga natomiast określonych okoliczności, aby mógł być wprowadzony stan wojenny: zewnętrzne zagrożenie bezpieczeństwa państwa przez zbrojną agresję lub też we wspólnej obronie, gdy wymaga tego umowa międzynarodowa (decyduje prezydent na wniosek Rady Ministrów) na całym lub części terytorium, stan wyjątkowy - gdy destabilizacja bezpieczeństwa i porządku publicznego zagraża ustrojowi politycznemu lub obywatelom – na 90 dni

z przedłużonym obowiązywaniem na 60 dni za zgodą Sejmu i stan klęski żywiołowej – na 30 dni przez decyzję Rady Ministrów.

Związane z tą sytuacją zagrożenie praw i wolności obywatelskich jest zrozumiałe, bo umożliwia zabezpieczenie przed niekorzystnymi zjawiskami w imię racji stanu i dobra wspólnego narodu poprzez łamanie: prawa do strajku, prawa pracy, nienaruszalności miru domowego, tajemnicy korespondencji itd. Bezwzględnie nie mogą być natomiast naruszone fundamentalne prawa i wolności człowieka i obywatela, takie jak: godność, prawa i wolności człowieka i obywatela, humanitarne traktowanie osoby, odpowiedzialność karna za czyny zabronione, wolność wyznania i religii, ochrona małżeństwa, rodziny i dziecka, itd.

W cywilizacji łacińskiej, do której należy Polska, zagadnienie umacniania i upowszechniania etyki i moralności należy tradycyjnie do Kościoła. Już apostoł Paweł podkreślał: „Nie łudźcie się ani rozpustnicy ani bałwochwalcy (...) ani rozwiązli (...) ani złodzieje (...) ani oszczerzy, ani zdziercy” nie odziedziczą Królestwa Bożego” Z kolei Św. Augustyn pisał, że „jeśli czyny są same w sobie grzechami (cum iam opera ipsa peccata), bluźnierstwo lub tym podobne, to ktoś ośmieliłby się twierdzić, że gdy dokonane zostają dla dobrych powodów: (causis bonis) nie są grzechami lub co jeszcze bardziej nielogiczne – (...) są grzechami usprawiedliwionymi [9, s. 125].

Doktryna o przedmiocie czynu jako źródle moralności stanowi autentyczny wyraz biblijnej moralności, przymierza i przykazań, miłości i cnót. Moralna jakość ludzkiego działania zależy od wierności przykazaniom, wyrażającej posłuszeństwo i miłość. Właśnie dlatego – należy odrzucić jako błędną opinię, która uważa za niemożliwą ocenę moralną świadomych wyborów pewnych zachowań lub określonych czynów jako moralnie złych ze względu na ich rodzaj, jeśli nie uwzględni się intencji, która kierowała ich wyborem lub całokształtu przewidywanych konsekwencji, jakie dany akt ma dla wszystkich zainteresowanych osób. Bez tego rodzaju racjonalnego określenia moralności ludzkiego działania niemożliwe byłoby utrzymanie „obiektywnego porządku moralnego” [9, s. 126].

W myśli filozoficznej Papieża Franciszka znajdziemy także troskę o los każdego człowieka (nie tylko chrześcijanina J. Cz) w okolicznościach występowania zła, które go dotyka niezależnie od jego pochodzenia i ustroju politycznego. Znamienne jest tu Jego wystąpienie na Błoniach Krakowskich w czasie Drogi Krzyżowej: „Za uczynkami miłosierdzia, co do ciała – idą uczynki, co do duszy: wątpięcym dobrze radzić, nieumiejętnych uczyć, strapiionych pocieszać, urazy chętnie darować /.../ Pan ponownie zaprasza byście stawiali się aktywnymi bohaterami służby, pragnie Was uczynić konkretną odpowiedzią na potrzeby i cierpienia ludzkości, byście byli znakiem Jego miłosiernej miłości dla naszych czasów” [8].

Pogłębiający się spór polityczno-prawny w Polsce wokół przebudowy systemu prawa, a zwłaszcza Trybunału Konstytucyjnego obejmuje również organy bezpieczeństwa i porządku publicznego. Spór przechodząc na forum Unii Europejskiej, doprowadził do jego skrajnego zaostrzenia i wywołał ostry konflikt społeczno-polityczny. Fakt ten wymaga starannego przestrzegania zasad etyki i moralności przez

te organy – od Trybunału Konstytucyjnego, po straże miejskie. Tymczasem taka sytuacja nie wpływa korzystnie na rację stanu państwa, której celem jest trwanie i przetrwanie narodu i państwa. Kryzys wywołany sporem obejmuje politykę zagraniczną i militarną, położenie geograficzne, sytuację demograficzną, potencjał militarny i możliwości ekonomiczne. Polska, jako państwo demokratyczne musi opierać się o suwerenność narodu, pluralizm polityczny, podział władzy i rządy prawa. Lekceważenie tych zasad degraduje prestiż i autorytet państwa – wewnętrzny i zewnętrzny [1].

Jest jeszcze jeden aspekt moralności służb ochrony porządku i bezpieczeństwa, tj. spojrzenie na ich genezę i dzieje, chwałę ale i zagładę oraz cierpienie wskutek politycznych decyzji, na którą nie miały one wpływu w momencie zmian. Jedyną miarą w momencie tych zmian była ludzka zemsta, gdy w bezalternatywnym przymusie polityki z niewielkim wykorzystaniem albo niewykorzystaniem standardów etycznych i moralnych oraz braku rzetelnej wiedzy historycznej – dokonano eksterminacji i przesiedlenia ludności po 1944 r.

PODSUMOWANIE

Podsumowując powyższe rozważania, możemy sformułować najważniejsze zasady moralne działalności służb ochrony bezpieczeństwa i porządku publicznego w Polsce:

1. Zasada zgodności postępowania z prawem, etyką i moralnością w każdym czasie i we wszystkich procedurach postępowania, jawnych i niejawnych.
2. Zasada poszanowania godności osób; obywateli własnego państwa, cudzoziemców i osób bezpaństwowych.
3. Zasada uczciwości, lojalności i informacji prawnej dla wszystkich osób, wtedy gdy nie tylko weszły w kolizję z prawem ale także gdy prawo to przestrzegały.
4. Zasada humanitarnej pomocy dla wszystkich osób, które tego potrzebują.
5. Zasada zapewnienia bezpieczeństwa wszystkich osób, obywateli, cudzoziemców i osób bezpaństwowych.
6. Zasada zapewnienia bezpieczeństwa i porządku dla każdego kultu religijnego.

LITERATURA

- [1] Bezpieczeństwo RP w wymiarze narodowym i międzynarodowym, pod red. T.Konopka, Kielce 2011r.
- [2] **CZERNIAKIEWICZ J. 2004.** Wolność a działalność policji polskiej w: Człowiek a tożsamość w procesie integracji Europy, Olsztyn, s.23-29., zob. także Nocoń J., Laska A., Teoria polityki, Warszawa 2005.
- [3] **CZERNIAKIEWICZ J. 2002.** Doktryny prawne a system prawa polskiego w: Przemiany doktrynalne i systemowe prawa publicznego, pod red. S. Pikulskiego, Olsztyn.
- [4] Doktryny polityczne XIX i XX wieku, pod red. K. Chojnickiej i W. Kozuba-Ciembroniewicza, Kraków 2007.
- [5] **GIEREMEK B. 1999.** „Suwerenność i prawa człowieka: Narody Zjednoczone w XXI w.” Sprawy Międzynarodowe nr 4.
- [6] Konstytucja RP.
- [7] Rządy koalicyjne w III RP, pod. Red. M.Chmaja, Olsztyn 2005.
- [8] Wystąpienie Papieża na Błoniach w czasie Drogi Krzyżowej, „Gdzie jest Bóg, jeśli jest tyle zła?”, Gazeta Wyborcza 31.07.16r, nr 177.87.84.
- [9] *Veritatis splendor* Encyklika Ojca Świętego Jana Pawła II do wszystkich biskupów Kościoła Katolickiego o niektórych podstawowych problemach nauczania moralnego Kościoła, Poznań 1993.

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)
Dr hab.	Oleksandr	DATSIL	Kijów (Ukraina/Ukraine)
Prof. dr hab. inż.	Petr	DOLEŽAL	Brno (Czechy/Czech Republic)
Doc. dr hab.	Eva	DOLINSKA	Presov (Słowacja/Slovakia)
Prof. dr hab. inż.	Andrzej	DOWGIAŁŁO	Koszalin (Polska/Poland)
Dr. sc. ing.	Paweł	GÓRNAS	Duopele (Łotwa/Latvija)
Prof. dr hab. inż.	Zdenek	HAVLICEK	Brno (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab. inż.	Andrzej	HEIM	Łódź (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Roman	HEJFT	Białystok (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Tamara Wiktorowna	IVANOWA	Kijów (Ukraina/Ukraine)
Prof. dr	Elvyra	JARIENE'	Wilno (Litwa/Lituania)
Doc. ph. dr	Martina	KÁŠOVÁ	Presov (Słowacja/Slovakia)
Dr hab.	Wanda	KAWECKA	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Anna J.	KEUTGEN	Wiedeń (Austria)
Prof. dr	Vassily	KOCHURKO	Baranowicze (Białoruś/Belarus)
Dr hab.	Anna	KOLŁAYTIS-DOŁOWY	Warszawa (Polska/Poland)
Dr hab. inż.	Henryk	KONOPKO	Białystok (Polska/Poland)
Ing. oh D	Joanna	KORCZYK-SZABO	Nitra (Słowacja/Slovakia)
Prof. ph D	Wojciech	KOWALCZYK	Duisburg-Essen (Niemcy/Germany)
Prof. dr hab. inż.	Krzysztof	KRYGIER	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Jurij	PAWLUCZUK	Brześć (Białoruś/Belarus)
Dr hab. inż.	Antoni	PLUTA	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Janusz	POSPOLITA	Opole (Polska/Poland)
Prof. ing. DrSc.	František	RIEGER	Praga (Czechy/Czech Republic)
Prof. dr hab.	Włodzimierz	RUDENKO	Równe (Ukraina/Ukraine)
Mgr	Violetta	SCHUBE	Hamburg (Niemcy/Germany)
Dr hab. inż.	Mirosław	SŁOWIŃSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Dr hab.	Marek	STAROŠKA	Presov (Słowacja/Slovakia)
Prof. dr hab. ing.	Kvĕtoslava	ŠUSTOVÁ	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr hab. inż.	Krzysztof	ŚMIECHOWSKI	Prof. (UTH), Radom (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Franciszek	ŚWIDERSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Dr inż.	Urszula	TYLEWICZ	Bolonia (Włochy/Italy)
Doc. ing. DrSc.	Pavel	VESELY	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr	Olga	WASILIEWA	Kijów (Ukraina/Ukraine)
Dr hab. inż. Prof. P.W.	Wojciech	WERPACHOWSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Agnieszka	WIERZBICKA	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab.	Dorota	WITROWA-RAJCHERT	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Janusz	WOJDALSKI	Warszawa (Polska/Poland)
Prof. dr hab. inż.	Ladislav	ZEMAN	Brno (Czechy/Czech Republic)
Dr hab. inż.	Małgorzata	ZIARNO	Prof. (SGGW), Warszawa (Polska/Poland)

Informacje dla Autorów przygotowujących materiały do publikacji w czasopiśmie POSTĘPY TECHNIKI PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO

- Artykuł powinien w sposób zwięzły i przejrzysty omawiać specjalistyczne zagadnienie, przy czym wskazany jest podział tekstu na rozdziały opatrzone tytułami. W jego zakończeniu należy sformułować istotne dla poruszanej problematyki wnioski.
- Wydruk należy przygotować w **dwóch egzemplarzach na białym (nie przebitkowym) papierze**, z podwójną interlinią i 4 cm marginesem z lewej strony. Na marginesie autor zaznacza miejsca, w których należy umieścić tabelę lub rysunek pisząc Tab.1. lub Rys.1. Ponadto na marginesie należy słownie objaśnić litery greckie stosowane w tekście, np. β – beta. Stronice powinny być zaopatrzone w kolejną numerację.
- **Uwaga!** Wraz z w/w egzemplarzami artykułu należy dostarczyć płytkę z zapisanym tekstem (rysunkami) w edytorze pracującym w środowisku **Windows**.
- Na pierwszej stronie wydruku (u góry) należy podać imię i nazwisko autora, tytuł naukowy lub zawodowy, nazwę zakładu pracy, pełny tytuł artykułu oraz krótkie streszczenie o objętości nie przekraczającej 5 do 8 wierszy maszynopisu. Konieczne jest również dołączenie tłumaczenia tytułu i streszczenia w języku angielskim. Na stronie tej należy ponadto umieścić adres zamieszkania autora dla korespondencji oraz numer telefonu.
- Jeżeli zachodzi taka konieczność, materiał może zawierać wzory matematyczne, które należy pisać w oddzielnych wierszach tekstu z wyraźnym zaznaczeniem obniżonych indeksów, wykładników potęg, znaków matematycznych, itp. Wzory, przy większej ich ilości, należy numerować z prawej strony cyframi arabskimi w nawiasach okrągłych. W artykule należy stosować jednostki miar zgodne z Międzynarodowym Układem Jednostek (SJ).
- Na rysunki i tabele należy powołać się w tekście w nawiasach okrągłych, np. (rys. 1), natomiast na źródła literaturowe, których zestawienie umieszczone jest na końcu artykułu, w nawiasach kwadratowych, np. [3] lub [3,4,5].
- Wykaz literatury (ograniczony do źródeł najbardziej istotnych) należy umieścić na końcu artykułu pod tytułem: LITERATURA opierając się na następujących zasadach:
 - dla książek: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), rok wydania, tytuł książki, miejsce wydania, wydawcę,
 - dla czasopism: nazwisko(a) i inicjały imion autora(ów), rok wydania, tytuł artykułu, tytuł czasopisma, numer zeszytu, numery stron.
- Tytuł artykułu musi być napisany małymi literami (wykluczone wersaliki) – zarówno **w języku polskim jak i angielskim**
- Tabele ponumerowane kolejno cyframi arabskimi muszą być zaopatrzone **w tytuł w języku polskim i angielskim**.
- Wszelkie materiały ilustracyjne (wykresy, rysunki, fotografie) nazywa się rysunkami i numeruje kolejno, wiążąc je w odpowiednich miejscach z tekstem. Rysunki należy wykonać czytelnie, pamiętając, że ich format powinien gwarantować po dwukrotnym zmniejszeniu pełną czytelność.
- **Uwaga!** Rysunków nie należy wklejać do tekstu!
- Podpisy pod rysunki, napisane na odrębnej stronie – **w języku polskim i angielskim**, muszą oprócz kolejnego numeru podawać tytuł rysunku wraz z legendą zawierającą wyodrębnione odnośnikami jego części.
- Artykuły powinny być recenzowane przez dwóch samodzielnych pracowników naukowych – specjalistów z dziedziny przetwórstwa spożywczego lub ekonomii i jako takie zaopatrzone zostaną w znak graficzny (®) umieszczony przy tytule. Recenzje takie należy dołączyć do artykułu.
- Redakcja informuje autorów publikacji, że ewentualne przypadki „ghostwriting” i „guest authorship” będące przejawem nierzetelności naukowej, będą dokumentowane i demaskowane, włącznie z powiadomieniem odpowiednich podmiotów (instytucje zatrudniające autorów, towarzystwa naukowe, stowarzyszenia edytorów naukowych, itp).
- O przyjęciu artykułu do druku decyduje kolegium redakcyjne, w oparciu o przygotowane jego recenzje. Jeżeli w ich wyniku zachodzi konieczność poprawienia artykułu przez autora, to powinno to nastąpić w okresie nie dłuższym niż dwa miesiące. Po tym terminie uważa się, że autor rezygnuje z publikacji.
- Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania poprawek, zmian terminologicznych lub skrótów, przy czym zmiany o charakterze merytorycznym będą wprowadzane wyłącznie za uprzednią zgodą autora.
- Przekazanie artykułu do Redakcji jest zarazem oświadczeniem, że nadesłane opracowanie nie było publikowane w innym czasopiśmie.
- Artykuły należy przysyłać na adres:

WYŻSZA SZKOŁA MENEDŻERSKA
Redakcja czasopisma „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”
ul. Kawczyńska 36, 03-772 Warszawa

Wskazówki techniczne dla autorów od redaktora technicznego

- Prace przekazujemy na płytach CD. Wraz z przekazywanym nośnikiem, przekazujemy **wydruk pracy** (z drukarki).
- Artykuły mają być pisane na komputerach **PC** pod systemem operacyjnym **WINDOWS**.
- **TEKST** – piszemy w programie **WORD '97-2003**, lub zapisujemy w tych wersjach.
- **TABELE** – j.w.
- **WYKRESY** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę, wygląd i jak największą rozdzielczość).
- **RYSUNKI** – w programie **COREL DRAW 9.0** z rozszerzeniem **cdr** (jest możliwość zmian i redagowania), albo jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** (nie ma możliwości redagowania – muszą mieć ostateczną formę i wygląd).
- **ZDJĘCIA** – jako bitmapy z rozszerzeniem – **pdf, tif** lub **jpg** – z rozdzielczością 300 dpi (nie ma możliwości redagowania – muszą być profesjonalnie zeskanowane z jak największą rozdzielczością).

Z wyrazami szacunku
Redaktor techniczny



WYDAWNICTWO
im. Prof. L. Krzyżanowskiego

*Wyższej Szkoły Menedżerskiej
w Warszawie*



wsm.warszawa.pl