

**Sprawozdanie z badań na rzecz rolnictwa ekologicznego  
finansowanych przez MRiRW w 2018 r.**

**PRZETWÓRSTWO PRODUKTÓW ROŚLINNYCH  
I ZWIERZĘCYCH METODAMI EKOLOGICZNYMI**

**Badania nad wykorzystaniem niekonwencjonalnych  
metod obróbki fizycznej (np. ultradźwięki, światło)  
w ekologicznym przetwórstwie mięsa i podrobów  
w celu wpływu na zdrowotność, parametry  
sensoryczne i trwałość wyrobów**

**Lubin 2018**

# **Sprawozdanie z badań podstawowych i stosowanych na rzecz rolnictwa ekologicznego przeprowadzonych w 2018 r.**

## **Realizacja badań:**

**Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

ul Akademicka 13, 20-950 Lublin

**Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego**

**Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością**

ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

tel. 81-462-33-44, fax 81-462-33-45

**Kierownik zadania:** dr hab. inż. Dariusz Stasiak, prof. nadzw.,

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego, Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością

Główny wykonawca podzadania 1: dr hab. inż. Karolina Wójciak, prof. nadzw.

Główny wykonawca podzadania 2: dr inż. Agnieszka Latoch

## **Przygotowanie sprawozdania z badań:**

**Wykonawcy:**

### **1. Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością**

dr hab. inż. Dariusz Stasiak, prof. nadzw. – kierownik Katedry

dr hab. inż. Małgorzata Karwowska, prof. nadzw.

dr hab. inż. Joanna Stadnik, prof. nadzw.

dr hab. inż. Karolina Wójciak, prof. nadzw.

dr inż. Agnieszka Latoch

dr inż. Justyna Libera

mgr inż. Paulina Kęska

mgr inż. Elżbieta Solska

mgr inż. Agata Nowaczyk

mgr inż. Mirosław Budoran

mgr inż. Anna Kononiuk

mgr inż. Karolina Ferysiuk

**2. Zakład Mięсны „Jasiołka” w Dukli**

mgr inż. Paweł Krajmas – dyrektor  
mgr inż. Bartosz Ruda

**3. Instytut Hodowli Zwierząt i Ochrony Bioróżnorodności**

**Zakład Hodowli Małych Przeżuwaczy i Stacja Badawcza im. prof. T. Efnery**  
prof. dr hab. Tomasz M. Gruszecki  
**Pracownia Doradztwa Rolniczego**  
dr Krzysztof Patkowski

**4. Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

dr hab. Małgorzata Materska, prof. nadzw.

Badania realizowano w jednostkach macierzystych wykonawców projektu.

**Laboratoria (zleceniobiorcy badań):**

**1. Agrolab Polska Sp z o.o.**

ul. Balonna 1, 08-530 Dęblin  
akredytacja nr AB 444

**2. Centralne Laboratorium Agroekologiczne Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

ul. Bohdana Dobrzańskiego 3, 20-262 Lublin  
akredytacja nr AB 1375

**3. Instytut Zootechniki – PIB**

ul. Sarego 2  
31-047 Kraków

**4. Wrocławski Par Technologiczny S.A.**

ul. Muchoborska 18  
54-424 Wrocław

**5. Regionalny Związek Hodowców Owiec i Kóz w Lublinie**

ul. Zemborzycka 53  
20-445 Lublin

---

## CZĘŚĆ I WPROWADZENIE I CEL ZREALIZOWANYCH BADAŃ

Przystępując do planowania badań w obszarze dotyczącym innowacyjnych rozwiązań w przetwórstwie produktów zwierzęcych metodami ekologicznymi uwzględniono zasady obowiązującego prawa przyjmując założenie, że ekologiczne metody produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego mają zapewniać ochronę zdrowia społeczeństwa, ochronę środowiska i mają stanowić system zrównoważony pod względem: ekologicznym, ekonomicznym i społecznym co wynika m.in. z rozp. Rady (WE) nr 834/2007, rozp. Komisji (WE) nr 889/2008, ustawy o rolnictwie ekologicznym. W szczególności do warunków stosowania czynników fizycznych (np. ultradźwięków) w technologii produkcji ekologicznej żywności pochodzenia zwierzęcego odnosi się rozp. Rady (WE) nr 834/2007, które w art. 4 i 6 przedstawia zasady dotyczące przetwarzania żywności ekologicznej wskazując, że produkcja przetworzonej żywności ekologicznej opiera się m.in. na zastosowaniu metod mechanicznych i fizycznych zwłaszcza, jeśli metody przetwórcze są zgodne z zasadami dobrych praktyk produkcyjnych, czego wymaga rozp. Komisji (WE) 889/2008.

Ultradźwiękami określa się fale akustyczne powyżej granicy słyszalności człowieka (tj. powyżej 16 kHz). Fale te mają charakter mechaniczny i podlegają takim samym prawom fizycznym jak w zakresie słyszalnym. Specyfika (sposób) oddziaływania ultradźwięków z ośrodkiem zależy od ich cech fizykochemicznych, warunków zewnętrznych i parametrów źródła fal. Determinuje ona zakres zastosowań ultradźwięków – te o niskim natężeniu i wysokiej częstotliwości są wykorzystywane głównie przez: diagnostykę, badania nieniszczące, monitorowanie zjawisk. Fale o średnim ( $1-10 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) i wysokim natężeniu oraz o niskiej częstotliwości (poniżej 100 kHz) przenoszą większą energię i wywołują spektakularne zjawiska fizyczne i zmiany ośrodka, a zwłaszcza mogą inicjować reakcje chemiczne (w przypadku kawitacji). Specyfika ich oddziaływania wynika z występowania zmiennego ciśnienia akustycznego i kawitacji. Ich wpływ na mięso można rozpatrywać w aspekcie zjawisk pierwotnych, występujące w momencie działania ultradźwięków i wtórnych, będących niejako skutkiem zjawisk pierwotnych.

Stosowanie ultradźwięków w przetwórstwie mięsa ma charakter innowacji procesowej i ma bardzo krótką historię. Szerokie możliwości zastosowania ultradźwięków z jednej strony, w zderzeniu z różnorodnością i labilnością cech mięsa ze strony drugiej, dużą liczbą czynników wchodzących w złożone interakcje o charakterze biologicznym, chemicznym i fizycznym są poważnym problemem badawczym. Między innymi ze względu na dyssypację, w przetwórstwie mięsa najczęściej stosuje się źródła ultradźwięków o średnich natężeniach. Dlatego wykorzystanie techniki ultradźwiękowej wymaga specjalistycznej wiedzy i praktyki, a zwłaszcza dużej ostrożności w przenoszeniu wyników badań laboratoryjnych do praktyki przemysłowej - wielość parametrów obróbki mięsa powoduje poważne trudności w tym zakresie. W szczególności dobór i optymalizacja parametrów niemal zawsze opiera się na wynikach badań empirycznych. Zespół badawczy wykorzystał swe doświadczenie poparte licznymi publikacjami członków zespołu badawczego wykazane w załącznikach do wniosku do projektu.

Zastosowania ultradźwięków w ekologicznym przetwórstwie mięsa mogą dotyczyć m.in.: modyfikowania właściwości mięsa (np. kruszenie), wspomagania operacji technologicznych (np. dyfuzja soli, składników zalewy), wspomagania operacji pomocniczych (np. higienizacja surowca, procesu). Technika pozwala skrócić czas trwania procesów technologicznych i zmniejszyć koszty, sprzyjają powtarzalności jakości produktu i utrzymaniu higieny. W szczególności, zmienne ciśnienie akustyczne przyspiesza proces wymiany masy w obrębie i otoczeniu komórek mikroorganizmów (np. bakterii fermentacji mlekowej) przyspieszając ich metabolizm. Ale wyższe natężenia ultradźwięków mogą inaktywować mikroflorę, co jest pożądane w aspekcie higieny produkcji. Ultradźwięki są szczególnie efektywne w procesie dyspergowania, a zwłaszcza emulgowania i rozpylania. Aerozole wytwarzane tą techniką mają bardzo małe rozmiary cząstek fazy rozproszonej, przez mgła jest trwała i pokrywa powierzchnie cienką warstwą (oszczędność). Jej dyspersyjność (stosunek ogólnej powierzchni cząstek do objętości zajmowanej przez nie) wzrasta o kilka rzędów wielkości w porównaniu do innych sposobów zamglawiania. Przegląd literatury przedmiotu wskazuje, że metoda ultradźwiękowego nanoszenia aerozoli (w tym np. ekstraktów roślinnych, pre- i probiotyków) w celach projakościowych (np. wydłużenie trwałości dzięki substancjom roślinnym o działaniu przeciwutleniającym lub bakteriostatycznym, kształtowanie aromatu i barwy wyrobu) jest innowacyjna i alternatywna do powszechnie stosowanej metody immersyjnej, z którą związanej jest m.in. podwyższone ryzyko zakażenia krzyżowego i większe zużycie substancji.

Pomimo zasadniczych różnic, co do natury ultradźwięków (fale mechaniczne) i światła (fale elektromagnetyczne), ich oddziaływanie wiąże się z przekazywaniem energii fal, ale na różnych poziomach. Skutki sonikacji (obróbki ultradźwiękami) możemy rozpatrywać głównie na poziomie struktur tkankowo-komórkowych, zaś skutki naświetlania (obróbki światłem) rozpatruje się na poziomie cząsteczkowym. Dlatego energia promieniowania świetlnego skraca indukcyjny okres utleniania tłuszczów i jest przyczyną powstawania wolnych rodników. Światło w nieunikniony sposób oddziałuje na surowce i wyroby podczas obrotu, przetwarzania, magazynowania, handlu ekspozycji itp. Zakres zmian jakości żywności zależy głównie od długości fal i ich natężenia. Promieniowanie krótkofalowe (zakres UV) powoduje m.in. powstawanie tlenu singletowego (utlenianie fotosensybilizowane) i znaczne przyspieszenie całego procesu utleniania. W efekcie fotooksydacji skład jakościowy i ilościowy kwasów tłuszczowych zmienia się istotnie, a w efekcie powoduje pogorszenie jakości wyrobów. Promieniowanie świetlne długofalowe (zakres IR) podobnie wpływa na utlenianie lipidów w wyniku stymulowania reakcji tworzenia się wolnych rodników. Dlatego ogranicza się dostęp światła oraz stosuje niskie plusowe i minusowe temperatury w przechowywaniu mięsa, surowców zawierających tłuszcz, produktów mięsnych. Umożliwia to wydłużenie okresu indukcyjnego dzięki spowolnieniu zmian. Jest także uzasadnione stosowanie dodatków niemisylnych (pochodzenia roślinnego – przyprawy, ekstrakty) o właściwościach przeciwutleniających w celu ograniczenia oksydacji tłuszczów. Ich stabilność kształtują m.in. tokoferole,  $\beta$ -karoten czy polifenole i fitosterole naturalnie występujące w przyprawach i ekstraktach z nich uzyskiwanych. Zmieniają one kinetykę przemian oksydacyjnych frakcji tłuszczowej w produktach mięsnych, a mogą być aplikowane np. przez immersję (wspomaganą ultradźwiękami), albo przez nanoszenie aerozolu (wspomagane ultradźwiękami) na powierzchnię produktu.

Potencjalne korzyści ze stosowania techniki ultradźwiękowej w ekologicznym przetwórstwie mięsa są do osiągnięcia na wielu etapach procesu produkcyjnego. Zaplanowane badania dotyczące tej innowacyjnej techniki będą służyć przede wszystkim zdobyciu dodatkowej wiedzy na temat bezpieczeństwa produktów, ich zdrowotności, walorów sensorycznych i zachowania trwałości. Dlatego celem badań w zakresie przetwórstwa mięsa metodami ekologicznymi było opracowanie metody przetwórstwa mięsa i podrobów dla osiągnięcia korzystnych zmian ich zdrowotności, jakości sensorycznej i trwałości przechowalniczej za pomocą niekonwencjonalnej i innowacyjnej techniki ultradźwiękowej. Wyżej sformułowany cel zostanie osiągnięty przez realizację dwóch podzadań.

*Temat podzadania 1: Wpływ kontaktowej i immersyjnej techniki obróbki ultradźwiękami mięsa i podrobów na bezpieczeństwo zdrowotne, cechy sensoryczne i trwałość wyrobu*

W podzadaniu wykorzystano mięso zwierząt z hodowli prowadzonych na zasadach ekologicznych oraz inne surowce spełniające takie warunki.

Czynnikami w podzadaniu 1 były: rodzaj mięsa (gatunek, rasa), sposób sonikacji (rodzaj urządzenia, częstotliwość ultradźwięków, ich natężenie, czas trwania sonikacji), dodatki (sól, przyprawy), warunki naświetlenia (widmo, natężenie światła), sposób przygotowania (technologia).

Produkty do badań w podzadaniu 1 zostały wytworzone z mięsa (całych mięśni) specjalnie przygotowanego przez wstępną obróbkę metodą fizyczną. Na etapie przygotowania surowca zastosowana została obróbka ultradźwiękami (sonikacja), której celem było kontrolowane modyfikowanie naturalnych właściwości fizyczno-chemicznych mięsa i czystości mikrobiologicznej. Obróbka była prowadzona kontaktowo i immersyjnie z wykorzystaniem urządzeń ultradźwiękowych pracujących przy różnych częstotliwościach fal i przy różnym natężeniu ich oddziaływania. Ultradźwięki zostały także wykorzystane do solenia surowców. Podczas obróbki był prowadzony monitoring dyssypacji, co umożliwiła ustalenie optymalnych warunków prowadzenia sonikacji ze względu na temperaturę mięsa. Tak przygotowane surowce zostały poddane obróbce cieplnej metodą pieczenia lub gotowania (sous vide). Gotowe produkty zapakowane w systemie MAP były przechowywane w warunkach chłodniczych.

Produkty podczas przechowywania były badane ze względu na ich zdrowotność, trwałość i parametry sensoryczne. W zakres badań wchodziły m.in.: kwasowość czynna pH, aktywność wody  $a_w$ , skład mikroflory, parametry barwy (barwniki hemowe), skład podstawowy (białko, tłuszcz, woda, sól), skład kwasów tłuszczowych (utlenianie), zawartość cholesterolu, kaloryczność, zawartość nitrozoamin, parametry tekstury, aktywność biologiczna, wydajność technologiczna. Przeprowadzone zostały także badania sensoryczne wyrobu i przy użyciu systemu wizyjnego. Eksperyment był realizowany względem tzw. próby odniesienia, to jest produktu przygotowanego według takiej samej technologii z wyjątkiem stosowania obróbki ultradźwiękami.

*Temat podzadania 2: Badania jakości produktów wytworzonych z wykorzystaniem prototypowej instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji na powierzchnię produktów mięsnych*

W podzadaniu wykorzystano mięso zwierząt z hodowli prowadzonych na zasadach ekologicznych oraz inne surowce spełniające takie warunki. Czynniki w podzadaniu 2 były: rodzaj mięsa (gatunek, rasa), rodzaj wyrobu (technologia), warunki sonikacji (parametry ultradźwięków, parametry środowiska), dodatki (rodzaj, ilość).

Badania w podzadaniu 2 zrealizowane zostały przy wykorzystaniu prototypowej (innowacyjnej) instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji (dodatki) w postaci aerozolu (mgły) na powierzchnię produktów mięsnych. Były prowadzone w Zakładzie Mięsnym w Dukli, gdzie zostały przygotowane ekologiczne produkty mięsne według dotychczas stosowanych receptur. Innowacją była operacja polegająca na wykorzystaniu instalacji ultradźwiękowej. Podczas pracy komory zostały określone parametry środowiska (m.in. ruch gazu, temperatura) w celu poszukiwania optymalnych warunków procesu. Produkty przewożone były (transport specjalistyczny, z zachowaniem ciągłości łańcucha chłodniczego) z Zakładu do laboratorium Uniwersytetu Przyrodniczego, gdzie były poddawane badaniom laboratoryjnym.

Gotowe produkty były zapakowane w systemie MAP i przechowywane w warunkach chłodniczych. Podczas przechowywania były poddawane badaniom mającym na celu określenie ich zdrowotności, trwałości i parametrów sensorycznych. W szczególności uwzględniono m.in.: kwasowość czynną pH, aktywność wody aw, skład mikroflory, parametry barwy, skład podstawowy (białko, tłuszcz, woda, sól), skład kwasów tłuszczowych (utlenianie), kaloryczność, parametry tekstury, cechy sensoryczne produktu. Wykonane zostały także badania wpływu światła dziennego (D65) na wyróżniki jakości produktu. Eksperyment był prowadzony względem tzw. próby odniesienia, to jest produktu przygotowanego według takiej samej technologii z wyjątkiem wykorzystania instalacji ultradźwiękowej.

Pierwsze podzadanie było realizowane głównie w warunkach póltechniki przy wykorzystaniu aparatury technologicznej i badawczo-naukowej UP w Lublinie. Podzadanie drugie było realizowane w kooperacji z Zakładem Mięsnym „Jasiołka” w Dukli przetwarzającym mięso ekologiczne i dysponującym odpowiednim prototypem instalacji. Eksperymenty zostały wykonane w kilku powtórzeniach zgodnie z metodologią.

---

## **CZĘŚĆ II REALIZACJA PODZADANIA 1**

### **Wpływ kontaktowej i immersyjnej techniki obróbki ultradźwiękami mięsa i podrobów na bezpieczeństwo zdrowotne, cechy sensoryczne i trwałość wyrobu**

#### ***II.1 Przegląd literatury***

#### ***II.2 Metody badań***

*Kwasowość*

*Aktywność wody*

*Potencjał oksydacyjny - redukcyjny (ORP)*

*Wskaźnik TBARS (Pikul i wsp. 1989)*

*Parametry barwy*

*Analiza mikrobiologiczna*

*Aktywność przeciwutleniająca*

*Analiza sensoryczna*

*Mikro- i makroskopia oraz analiza obrazu*

*Pomiar temperatury*

*Pomiar masy*

*Pozostałe oznaczenia*

### ***II.3 Eksperyment 1 w podzadaniu 1 – wołowina surowo dojrzewająca***

II.3.1 Cel eksperymentu

II.3.2 Materiał i metody badań

II.3.3 Omówienie wyników badań

II.3.4 Wnioski

### ***II.4 Eksperyment 2 w podzadaniu 1 – stek wołowy (sous vide z dodatkiem surowców zielarskich)***

II.4.1 Cel eksperymentu

II.4.2 Materiały i metody

II.4.3 Omówienie wyników badań

II.4.4 Wnioski

### ***II.5 Eksperyment 3 w podzadaniu 1 – obecność substancji przeciwutleniająco w materiale zielarskim***

II.5.1 Cel badania

II.5.2 Metody badań

***Przygotowanie ekstraktów***

***Przygotowanie roztworów wzorcowych***

***Analiza HPLC***

II.5.3 Wyniki badań

II.5.4 Wnioski

### ***II.6 Eksperyment 4 w podzadaniu 1 – steki wołowe (dyfuzja soli)***



- II.6.1 Cel eksperymentu
- II.6.2 Materiały i metody
- II.6.3 Wnioski
- II.6.4 Literatura

## **II.7 Eksperyment 5 w podzadaniu 1 – pasztet podrobowy**

- II.7.1 Cel eksperymentu
- II.7.2 Materiał i metody badań

*Podstawowy skład chemiczny*

*Pomiar wskaźnika TBARS*

*Pomiar aktywności wody*

*Liczba bakterii kwaszących typu mlekowego (zgodnie z PN-ISO 15214:2002)*

*Liczba drobnoustrojów określających poziom higieny produkcji*

*Pomiar parametrów barwy metodą instrumentalną*

*Parametry tekstury*

*Analiza sensoryczna*

*Pomiar temperatury*

*Pomiar masy*

- II.7.3 Omówienie wyników badań
- II.7.4 Wnioski

---

## **CZĘŚĆ III REALIZACJA PODZADANIA 2**

### **Badania jakości produktów wytworzonych z wykorzystaniem prototypowej instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji na powierzchnię produktów mięsnych**

#### **III.1 Wprowadzenie w problematykę podzadania**

#### **III.2 Eksperyment 1 w podzadaniu 2 – jakość mięsa**

- III.2.1 Cel badań
- III.2.2 Materiał i metody badań

*Materiał badawczy*

*Kwasowość*

*Wodochłonność*

*Podstawowy skład chemiczny*

*Profil kwasów tłuszczowych*

*Czystość mikrobiologiczną*  
*Parametry barwy w systemie CIE LAB*  
*Ogólna zawartość barwników hemowych*  
*Zawartość metmioglobiny*

- III.2.3 Wyniki badań
- III.2.4 Podsumowanie
- III.2.5 Bibliografia

### **III.3 Specyfikacja technologiczna**

Lp.	Cecha	Opis
1	Nazwa produktu	Specyfikacja technologiczna jakości surowca mięsnego (schabów wieprzowych) przeznaczonego do produkcji polędwic surowo dojrzewających wytworzonych z wykorzystaniem prototypowej instalacji do ultradźwiękowego nanoszenia substancji na powierzchnię produktów mięsnych
2	Rodzaj produktu	Produkt mięsny
3	Zakres procedury	Cechy jakościowe wymagane dla surowca mięsnego (schabów wieprzowych) przeznaczonego do produkcji polędwic surowo dojrzewających
4	Wymagania dotyczące surowca mięsnego	1) kwasowość [pH]           ok.5,4 2) wodochłonność [%]   ok. 30 3) skład chemiczny [%] woda                       ok. 73 białko                     ok. 23 tłuszcz                   ok. 4 kolagen                  ok. 1 sól                         ok. 0,6 4) kwasy tłuszczowe [%] SFA                       ok. 40 MUFA                     ok. 50 PUFA                     ok. 8 OMEGA 3                 ok. 0,5 OMEGA 6                 ok. 8 OMEGA 9                 ok. 46 5) czystość mikrobiologiczną [log cfu/g] LAB                       ok. 5,61 Enterobactriaceae   < 4,63 OLD                       < 5,94 6) parametry barwy L*   ok. 60 a*           ok. 5,5 b*           ok. 14

		<p>C* ok. 15</p> <p>h- ok. 68</p> <p>7) ogólna zawartość barwników hemowych [ppm]</p> <p>całkowita liczba barwników ok. 31</p> <p>ogólna zawartość żelaza hemowego ok. 2,8</p> <p>8) zawartość metmioglobiny [%] ok. 68</p>
5	Wymagania dotyczące substancji dodatkowych, dodatków funkcjonalnych, przypraw itp.	Nie dotyczy
6	Receptura (na 100 kg surowca mięsnego)	Nie dotyczy
7	Postępowanie technologiczne	Nie dotyczy
8	Cechy organoleptyczne produktu i metoda badania	Nie dotyczy
9	Właściwości fizyczne produktu i metoda badania	Nie dotyczy
10	Właściwości chemiczne produkt i metoda badania	Nie dotyczy
11	Cechy mikrobiologiczne produktu i metoda badania	Nie dotyczy
12	Sposób przygotowania produktu do spożycia	Nie dotyczy
13	Sposób pakowania i znakowanie	Nie dotyczy
14	Warunki przechowywania i trwałość przechowalnicza produktu	Nie dotyczy
15	Warunki transportu i obrotu produktem	Nie dotyczy
16	Przeznaczenie konsumenckie	Nie dotyczy

### ***III.4 Eksperyment 2 w podzadaniu 2 – polędwica dojrzewająca***

III.4.1 Cel eksperymentu

III.4.2 Wprowadzenie w problematykę

III.4.3 Zakres badań

III.4.4 Materiał i metody badań

*Materiał badawczy*  
*Parametry procesu dojrzewania*  
*Wydajność w czasie dojrzewania*  
*Kwasowość*  
*Podstawowy skład chemiczny*  
*Gradacja zawartości wody*  
*Profil kwasów tłuszczowych*  
*Czystość mikrobiologiczną*  
*Parametry barwy w systemie CIE LAB*  
*Aktywność wody*  
*Ogólna zawartość barwników hemowych*  
*Zawartość metmioglobiny*  
*Stożek utlenienia tłuszczów (TBARS)*  
*Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych*  
*Indeks fragmentacji miofibryli*

III.4.5 Wyniki badań

III.4.6 Podsumowanie

III.4.7 Bibliografia

### **III.5 Eksperyment 3 w podzadaniu 2 – kielbasa**

III.5.1 Cel eksperymentu

III.5.2 Wyniki badań

III.5.3 Wnioski

---

## **CZĘŚĆ IV PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ**

W badaniu polegającym na ocenie wpływu zastosowania immersyjnej sonikacji o różnej mocy w połączeniu z dodatkiem mniszka lekarskiego, na stabilność oksydacyjną oraz właściwości przeciwutleniające steków z ligawy wołowej poddanych obróbce metodą *sous vide* stwierdzono między innymi:

- 1) Zastosowanie ultradźwięków spowodowało obniżenie wartości pH wołowiny oraz wzrost bakterii kwasu mlekowego w próbach.
- 2) Dodatek mniszka lekarskiego, w postaci posypki, do steków z ligawy wołowej poddanej obróbce *sous vide* spowodował wzrost właściwości przeciwutleniającej wyrobu oraz obniżenie zawartości wtórnych produktów utleniania lipidów.
- 3) Zastosowanie mniszka lekarskiego spowodowało kontaminację wołowiny bakteriami redukującymi siarczany.

- 4) Zastosowanie sonikacji spowodowało wzrost zawartości aminokwasów fizjologicznych w stekach *sous vide*.
- 5) Potwierdzono wpływ dodatku roślinnego na aktywność biologiczną peptydów określonych w ramach przeprowadzonych testów przeciwutleniających.
- 6) Wpływ procesu sonikacji na aktywność biologiczną hydrolizatów był niejednoznaczny i zależał od etapu (jednoetapowa bądź dwuetapowa) hydrolizy. Nie potwierdzono wpływu procesu sonikacji na aktywność biologiczną analizowanych materiałów badawczych określonych testem z ABTS.
- 7) Na podstawie otrzymanych wyników można wywnioskować, że postęp hydrolizy pod wpływem enzymów żołądkowo-jelitowych sprzyja uwalnianiu cząstek o aktywności przeciwutleniającej mierzonej przez zdolność do wychwytywania rodnika ABTS oraz zdolność do chelatowania jonów żelaza (II) (trawienie dwuetapowe) jak również w teście RP (hydroliza pepsyną).

W eksperymencie ukierunkowanym na zastosowanie rozdrobnionych kwiatów kocanki piaskowej ze względu na aktywność biologiczną i bezpieczeństwo zdrowotne plasterkowanej wołowiny surowo dojrzewającej przechowywanej w próżni oraz MAP uzyskane zostały wyniki wskazujące na:

- 8) Zastosowanie kocanki piaskowej w produkcji wołowiny surowo dojrzewającej nie wpłynęło istotnie na udział poszczególnych kwasów w ogólnej puli kwasów tłuszczowych w produkcie.
- 9) Zastosowanie kocanki piaskowej spowodowało obniżenie liczby bakterii redukujących siarczany, LAB oraz Enterobacterii.
- 10) Dodatek kocanki w procesie produkcji wołowiny surowo dojrzewającej spowodował zwiększenie zawartości mieszaniny tokoferoli w wyrobie.
- 11) Zastosowanie technologii MAP spowodowało wzrost zawartości żelaza o ok. 10 mg/kg oraz cynku o ok. 100 mg/kg w wołowinie pakowanej w atmosferze gazów obojętnych w porównaniu do opakowania próżniowego w 42 dniu przechowywania.
- 12) Zastosowanie kocanki piaskowej w połączeniu z pakowaniem w systemie MAP potęguje efekt przeciwutleniający i redukujący w produkcie.

W doświadczeniu, którego celem była ocena wartości odżywczej i bezpieczeństwa zdrowotnego kielbasy średnio-rozdrobnionej wyprodukowanej w warunkach przemysłowych uzyskane zostały wyniki wskazujące na:

- 13) Kielbasy charakteryzowały się niską zawartością azotanu (III) sodu i azotanu (V) sodu.
- 14) Wartości wskaźnika TBARS oraz potencjału oksydacyjno-redukcyjnego były stabilne podczas całego okresu chłodniczego przechowywania kielbas.
- 15) Stwierdzono niewielką obecność ołowiu, arsenu, kobaltu oraz kadmu w analizowanych kielbasach. Nie stwierdzono natomiast w próbach obecności glinu.

Na podstawie danych z eksperymentu, w którym badany był wpływ czasu trwania kontaktowej obróbki ultradźwiękami na szybkość dyfuzji soli w stekach z ligawy wołowej można stwierdzić:

- 16) Zastosowanie kontaktowej obróbki ultradźwiękami wpłynęło na wzrost szybkości dyfuzji chlorku sodu podczas solenia prób.
- 17) Wraz z wydłużeniem czasu trwania obróbki ultradźwiękami obniżeniu uległa jasność prób oraz udział barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy.
- 18) Wraz z wydłużeniem czasu trwania obróbki ultradźwiękami następował wzrost wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego oraz wskaźnika TBARS w próbach analizowanych po obróbce *sous vide*.

Eksperyment polegający na produkcji pasztetu wieprzowego z podrobami z wykorzystaniem ultradźwięków wykazał m.in. że:

- 19) Obróbka ultradźwiękowa farszu w nieznacznym stopniu wpływa na wzrost wartości pH i obniżenie wartości aktywności wody ( $a_w$ ). Powoduje także nieznaczny wzrost wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) i obniżenie wartości wskaźnika TBARS w 1 i 21 dobie przechowywania chłodniczego.
- 20) Sonikacja farszu nie spowodowała istotnych zmian parametrów barwy pasztetów wieprzowych tak w 1. jak i 21. dobie przechowywania chłodniczego. Jakkolwiek rejestruje się nieznaczny wzrost jasności ( $L^*$ ), obniżenie czerwoności ( $a^*$ ) i składowej żółtej ( $b^*$ ) barwy pasztetów z farszu sonikowanego.
- 21) Pasztet wieprzowy z farszu sonikowanego wykazywał nieco niższą wartość ogólną liczby drobnoustrojów (OLD). Występowanie Enterobakterii, pleśni i drożdży po 21 dobach przechowywania może wynikać ze sposobu przygotowywania produktu, tj. operacji pakowania MAP.
- 22) Pasztet sonikowany wykazywał niewielkie podwyższenie wartości twardości i gumiastości. Sprężystość pasztetu sonikowanego była nieznacznie niższa na początku okresu przechowywania i nieco wyższa od sprężystości pasztetu kontrolnego (W1) po 21 dobach przechowywania.
- 23) Analiza organoleptyczna nie wykazała jakichkolwiek różnic w zakresie smakowitości pasztetu sonikowanego względem produktu kontrolnego.

Na podstawie wyników eksperymentu pierwszego w podzadaniu drugim, którego celem był opis jakości mięsa wieprzowego do produkcji polędwic surowo dojrzewających w prototypowej komorze wyposażonej w instalację ultradźwiękową, stwierdza się, że surowiec miał wyrównane cechy jakościowe, co pozwala na realizację następnych eksperymentów w podzadaniu. Na tej podstawie przystąpiono do kolejnego eksperymentu, którego celem była ocena jakości polędwic surowo dojrzewających wyprodukowanych bez udziału azotanów, z dodatkiem serwatki kwasowej i z wykorzystaniem prototypowej instalacji ultradźwiękowej do obróbki mięsa i bezkontaktowego nanoszenia substancji na powietrzną wyrobów. Na podstawie uzyskanych danych stwierdza się że:

- 24) Polędwice surowo dojrzewające po 4 tygodniach dojrzewania zawierały średnio

41,2% wody, 45,8% białka, 6,4% tłuszczu, 1,3% kolagenu oraz 5,3% innych składników. Suma azotanów w przeliczeniu na  $\text{NaNO}_3$  oraz azotynów w przeliczeniu na  $\text{NaNO}_2$  w żadnej z badanych prób nie przekroczyła dopuszczalnych norm.

- 25) Próby poddane działaniu ultradźwięków charakteryzowały się nieco wyższym poziomem wilgoci, ale jednocześnie większym jej wyrównaniem w całym przekroju próby.
- 26) Sonikacja prób spowodowała znaczne spowolnienie dynamiki zmian kwasowości oraz podwyższenie wartości pH w stosunku do prób niesonikowanych.
- 27) Nie stwierdzono wpływu zróżnicowanej technologii produkcji polędwicy surowo dojrzewającej (dodatek peklosoli/soli, sonikacja, rodzaj stosowanego natrysku woda/serwatka) oraz czasu jej przechowywania na ogólną liczbę drobnoustrojów.
- 28) Stwierdzono wzrost liczby bakterii kwaszących typu mlekowego (LAB) wraz z czasem przechowywania polędwic surowo dojrzewających. Solenie pozytywnie wpłynęło na liczbę LAB. Nie stwierdzono wpływu sonikacji mięsa na poziom LAB.
- 29) Wyniki badań wskazują na obniżenie zawartości bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w próbach poddanych działaniu ultradźwięków.
- 30) Próby sonikowane cechowały się największą dynamiką spadku aw w czasie 10-tygodniowego przechowywania.
- 31) Stwierdzono pociemnienie prób wraz z czasem przechowywania (obniżenie wartości parametru  $L^*$ ). Zastosowanie procesu solenia, sonikacji i natrysku serwatką ogranicza proces ciemnienia
- 32) Peklowanie zwiększa czerwoność oraz żółtość produktu. Natryskiwanie prób wodą oraz 4-godzinne naświetlanie zmniejsza wartość parametru  $a^*$  i jednocześnie zwiększa wartość parametru  $b^*$ . Sonikacja nie ma wpływu na czerwoność, jednak zastosowanie tego zabiegu oraz natrysk serwatką obniżają żółtość produktu.
- 33) Całkowita zawartość barwników (ppm) oraz zawartość żelaza hemowego w polędwicy surowo dojrzewającej w czasie przechowywania zwiększały się wraz z czasem przechowywania. Najwyższą ich zawartość odnotowano w próbie peklowanej oraz solonej, które w czasie dojrzewania nawilżano wodą. Sonikacja mięsa spowodowała redukcję całkowitej liczby barwników w stosunku do prób nie poddanych temu zabiegowi.
- 34) Stwierdzono, że peklowanie mięsa, czas przechowywania polędwic surowo dojrzewających, sonikacja oraz natryskiwanie serwatką w czasie dojrzewania sprzyjają powstawianiu metmioglobiny.
- 35) Zastosowanie soli zamiast peklosoli nie wpłynęło znacząco na stopień utlenienia

tłuszczów. Jednak zastosowanie sonikacji mięsa przeznaczonego do produkcji wędlin oraz ultradźwiękowego natrysku serwatką spowodowało znaczne spowolnienie i ograniczenie procesów oksydacyjnych.

- 36) Zastosowanie soli zamiast peklosoli spowodowało zwiększenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) w czasie 4-tygodniowego dojrzewania. Sonikacja ogranicza powstawanie FFA.
- 37) Dodatek peklosoli, zamiast soli intensyfikuje rozpad miofibryli. Podobny efekt wywołuje w próbie solonej sonikacja mięsa oraz ultradźwiękowy natrysk serwatką. W efekcie obserwuje się zmiany parametrów tekstury, tak surowca, jak i produktu.

Dzięki zrealizowanym badaniom uzyskane zostały informacje na temat zakresu zmian jakości produktu i jego trwałości przechowalniczej w aspekcie obróbki ultradźwiękami. Badaniom poddano także wpływ oświetlenia produktu na jego wyróżniki jakości. W efekcie uzyskane zostały dane, które będzie można wykorzystać do opracowania wytycznych na temat stosowania techniki ultradźwiękowej do ekologicznej obróbki mięsa w celu kształtowania pożądanej zdrowotności, cech sensorycznych i poziomu trwałości przechowalniczej.

Zrealizowane badania wpisują się w nurt innowacji produktowych i technologicznych. Wykorzystują niekonwencjonalną technikę opartą na energii ultradźwiękowej w przetwórstwie mięsa. Dzięki badaniom poszerzona została użyteczna wiedza pożądana w opracowaniu założeń technologii ekologicznych wyrobów mięsnych, których jakość jest osiągnięta w sposób kontrolowany przez ultradźwięki. Wnioski z badań będą udostępniane zainteresowanym w formie procedur, instrukcji itp., a także zostaną opublikowane w czasopismach branżowych i naukowych służąc promocji innowacji i umacnianiu marki żywności ekologicznej.

Należy podkreślić, że dotacja do badań pozwoliła na zdobycie wiedzy w zakresie trudnym do przecenienia, a dotyczącą m.in. specyfiki technologii ekologicznych sonikowanych produktów mięsnych, ich zdrowotności, parametrów sensorycznych i trwałości przechowalniczej. Ilość zebranych danych i informacji znaczna i raczej trudna do pełniejszego opracowania w krótkim czasie realizacji projektu. Dlatego wyniki będą poddawane dyskusjom i dalszej obróbce w celu uzyskania uszczegółowionej wiedzy na temat ekologicznego przetwórstwa mięsa. Profil zrealizowanych badań dobrze wpisuje się w politykę proekologiczną, troskę o należyty poziom bezpieczeństwa żywności i służy szeroko rozumianym interesom ekologii w biogospodarce. Wyniki z naszych badań będą publikowane w czasopismach branżowych i naukowych, a także udostępniane zainteresowanym w formie procedur (instrukcji).