

ZAŁĄCZNIK 2

AUTOREFERAT

dotyczący działalności naukowo badawczej

Szczecin 2018

1. Imię i Nazwisko.

Marek Kotowicz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- 2004 Doktor nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienie, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa.
Tytuł dysertacji doktorskiej: Zastosowanie dodatków funkcjonalnych jako substancji zastępujących azotyny w przetworach drobiowych
Promotor: prof. dr hab. inż. Leszek Gajowiecki
- 2000 Magister inżynier, kierunek: technologia żywności i żywienie człowieka, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Wydział Rybactwa Morskiego i Technologii Żywności
Tytuł pracy magisterskiej: Wpływ czasu masowania i liczby obrotów bębna masownicy na teksturę mięśni piersiowych i udowych indyków
Promotor: prof. dr hab. inż. Kazimierz Lachowicz

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- od 2009r. Adiunkt w Katedrze Technologii Mięsa, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (początkowo od 10.2006-2008 adiunkt w Zakładzie Technologii Mięsa, Akademii Rolniczej w Szczecinie, a w latach 2008-2009 po zmianie nazwy jednostki, adiunkt w Katedrze Technologii Mięsa, Akademii Rolniczej w Szczecinie)
- 04.2005-10.2006 Asystent w Zakładzie Technologii Mięsa, Akademii Rolniczej w Szczecinie (początkowo w okresie 04.2005-01.2006r. byłem zatrudniony na stanowisku asystenta w wymiarze 1/2 etatu)

4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Zamiany jakości mięsa ptaków łownych w trakcie przechowywania w środowisku modyfikowanej atmosfery o różnej koncentracji CO₂

4.2. Osiągnięcie stanowi

Rozprawa habilitacyjna – monografia, której jestem jedynym autorem. Monografia została wydana w 2018 roku przez Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. ISBN 978-83-7663-248-3

Recenzenci:

- prof. dr hab. Jan Pyrcz, profesor zwyczajny, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Instytut Technologii Mięsa, Zakład Technologii Produktów Mięsnych
- prof. dr hab. inż. Marek Cierach, profesor zwyczajny, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zakład Technologii i Inżynierii Przemysłu Spożywczego

4.3. Omówienie celu naukowego pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.**WPROWADZENIE**

Mięso zwierząt dziko żyjących, w tym mięso ptactwa łownego, z uwagi na korzystny skład chemiczny, min. wysoką zawartość białka i niską zawartość tłuszczu, oraz wynikające z niego walory dietetyczne i żywieniowe, cieszy się rosnącym zainteresowaniem konsumentów na całym świecie. Na wzrost zainteresowania mięsem dzikich zwierząt wpływa także fakt, iż surowiec ten pochodzi od zwierząt, które nie były dokarmiane paszami przemysłowymi zawierającymi np. intensyfikatory wzrostu czy substancje farmakologiczne, ich dietę stanowił pokarm naturalny, najczęściej roślinność dziko rosnąca typowa dla środowiska bytowania, co często podkreśla się oceniając wartości zdrowotne tego surowca. Dodatkowym czynnikiem zwiększającym atrakcyjność dziczyzny i jej dostępność jest możliwość hodowania zwierząt tradycyjnie uznanych za łowne, min. bażantów czy kuropatw w tzw. hodowlach wolierowych, w naturalnym środowisku przy minimalnej ingerencji człowieka w ich naturalny cykl życiowy.

Ze względu na specyficzne właściwości mięsa zwierząt dziko żyjących, głównie gorszą teksturę objawiającą się większą twardością oraz większą zawartość tkanki łącznej mięso zwierząt łownych przed wykorzystaniem wymaga nieco innego przygotowania niż mięso zwierząt hodowlanych. Najczęściej dziczyzna, w tym mięso ptaków łownych wymaga dłuższego czasu dojrzewania i zastosowania dodatkowych zabiegów kondycjonowania celem poprawy tekstury i zwiększenia kruchości. Dodatkowo nierównomierna podaż tego surowca wynikająca ze specyfiki polowań stwarza pewne trudności związane z utrzymaniem jego wysokiej jakości i wymusza także konieczność stosowania mrożenia w celu zabezpieczenia mięsa przed zepsuciem w okresie większej podaży. Proces mrożenia może powodować

jednak niekorzystne zmiany surowca mięsnego, objawiające się min. zwiększonymi ubytkami masy czy nieco gorszą teksturą i smakowitością.

Alternatywą dla tego procesu może być składowanie mięsa ptactwa łownego w warunkach modyfikowanej atmosfery, co pozwala znacząco wydłużyć czas chłodniczego przechowywania bez istotnego pogorszenia jakości, a z drugiej strony poprzez odpowiedni dobór składu mieszanki gazowej w opakowaniu stwarza potencjalne możliwości jednoczesnego kształtowania właściwości tego surowca i poprawy jego jakości kulinarnej.

Jakość mięsa zwierząt gospodarskich, składowanego w systemie MAP była przedmiotem licznych badań i została stosunkowo dobrze udokumentowana w piśmiennictwie krajowym i zagranicznym. W dostępnej literaturze istnieje natomiast niewiele publikacji dotyczących tego problemu w odniesieniu do mięsa zwierząt dziko żyjących, w tym szczególnie ptactwa łownego. Charakterystyka zmian jakie zachodzą w trakcie składowania tego mięsa w systemie MAP oraz określenie wpływu gazów stosowanych w tej technice pakowania dostarczy cennych informacji na temat właściwości mięsa ptaków łownych oraz pozwoli w praktyce na lepsze zabezpieczenie jego wysokiej jakości.

CEL I ZAŁOŻENIA PRACY

Celem pracy była charakterystyka podstawowych właściwości funkcjonalnych i jakości kulinarnej mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych (kaczek krzyżówek, gęsi białoczelnych, bażantów łownych, kuropatw polnych) oraz określenie wpływu zmiennej zawartości CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery na zmiany fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne, jakie zachodzą podczas chłodniczego składowania tego surowca w systemie MAP.

Założono, że otrzymane wyniki pozwolą:

- określić wpływ koncentracji CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery na podstawowe właściwości funkcjonalne, teksturę, barwę oraz jakość sensoryczną i mikrobiologiczną mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych składowanych w systemie MAP,
- wykazać, czy istnieje możliwość modyfikacji tekstury mięsa ptaków łownych poprzez zastosowanie odpowiedniego składu atmosfery podczas chłodniczego przechowywania w systemie MAP,

- wykazać, czy istnieje możliwość poprawy jakości kulinarnej mięsa ptaków łownych poprzez zastosowanie odpowiedniego składu atmosfery podczas chłodniczego przechowywania w systemie MAP,

- stwierdzić, czy istnieje możliwość dobrania uniwersalnego składu modyfikowanej atmosfery celem poprawy kruchości i jakości kulinarnej mięsa ptaków łownych, czy też warunki składowania mięsa należy dobierać indywidualnie dla poszczególnych gatunków ptaków.

Dodatkowym elementem pracy było porównanie jakości mięsa ptaków łownych składowanego w środowisku modyfikowanej atmosfery o różnej zawartości CO₂ z mięsem składowanym w warunkach próżni.

Aby sprawdzić przyjęte założenia, sformułowano następujące zadania badawcze:

- A. charakterystyka jakości mięsa (podstawowy skład chemiczny, wybrane właściwości funkcjonalne, struktura, tekstura, barwa, jakość sensoryczna) wybranych gatunków ptaków łownych;
- B. określenie wpływu różnej koncentracji CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery na strukturę oraz właściwości mechaniczne (teksturę i cechy reologiczne) mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych w czasie przechowywania chłodniczego;
- C. określenie wpływu różnej koncentracji CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery na wybrane parametry fizyko-chemiczne (podstawowy skład chemiczny, wartość pH, zdolność do utrzymywania wody, współczynnik proteolizy, zawartość kolagenu rozpuszczalnego, stopień utlenienia lipidów, profil kwasów tłuszczowych, barwa mięsa) mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych w czasie przechowywania chłodniczego;
- D. określenie wpływu różnej koncentracji CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery na jakość mikrobiologiczną mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych w czasie przechowywania chłodniczego;
- E. określenie wpływu różnej koncentracji CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery na jakość sensoryczną mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych w czasie przechowywania chłodniczego.

WYNIKI

W pracy dokonałem charakterystyki jakościowej mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych. Dowiodłem, że gatunek ptactwa był tym czynnikiem, który istotnie różnicował analizowane parametry jakości i podstawowe właściwości funkcjonalne mięsa.

Wykazałem, że mięso ptactwa łownego charakteryzowało się stosunkowo wysoką wartością odżywczą wynikającą z dużej zawartości białka ogólnego i niskiej zawartości tłuszczu, co było szczególnie widoczne w przypadku mięśni piersiowych kuraków polnych, a zwłaszcza kuropatw. Mięśnie piersiowe kuraków polnych charakteryzowały się ponadto nieco mniejszą ilością kwasów tłuszczowych PUFA, a większą kwasów MUFA niż mięśnie ptactwa wodnego, które z kolei odznaczały się większą podatnością tłuszczu na zmiany oksydacyjne. Mięso kuraków polnych cechowało się także nieco większym stopniem proteolizy oraz większą zawartością kolagenu rozpuszczalnego. Z kolei mięśnie piersiowe ptactwa wodnego były bardziej twarde i wymagały użycia większej siły do przecięcia, co jak wykazałem w pracy wynikało min. z większej grubości śródmięśniowej tkanki łącznej. Mięśnie tych ptaków charakteryzowały się ponadto ciemniejszą i bardziej czerwoną, ale zarazem mniej stabilną barwą oraz nieco wyższymi wartościami pH niż analogiczne mięśnie kuraków.

Porównując podstawowe właściwości funkcjonalne mięsa nie wykazałem natomiast jednoznacznych różnic w wielkości wycieków swobodnych pomiędzy analizowanymi grupami gatunkowymi ptactwa. Największe wartości tego parametru stwierdziłem kolejno w mięśniach bażantów, gęsi, kuropatw i kaczek. Mięso ptactwa wodnego odznaczało się natomiast wyraźnie większymi wyciekami po obróbce cieplnej.

W drugim etapie badań dokonałem porównania zmian, jakie zachodzą w mięsie ptactwa łownego podczas przechowywania chłodniczego w warunkach modyfikowanej atmosfery oraz określiłem wpływ zmiennej koncentracji CO₂ w składzie atmosfery opakowania na podstawowe właściwości funkcjonalne oraz jakość kulinarną składowanego mięsa, co było zasadniczym celem pracy.

W pracy wykazałem, że niezależnie od gatunku ptactwa większa koncentracja CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery przyczyniała się do niewielkiego zmniejszenia średnich wartości pH mięsa, a najniższe wartości tego parametru stwierdziłem w próbach zapakowanych w środowisku składającym się wyłącznie z tego gazu. Uwzględniając wpływ czasu przechowywania prób i zmiany wartości pH spowodowane naturalnymi przemianami endo- i egzogennymi tkanki mięśniowej wykazałem, że zastosowanie większej koncentracji

CO₂ w składzie atmosfery opakowania przyczyniało się do stabilizacji odczynu mięsa poprzez ograniczenie wzrostu pH, spowodowanego nagromadzeniem produktów przemian autolitycznych.

W pracy wykazałem także, że koncentracja CO₂ w składzie atmosfery opakowania różnicowała średnie wielkości wycieków swobodnych oraz w mniejszym stopniu wielkość ubytków masy po obróbce cieplnej. Stwierdziłem, że koncentracja CO₂ powyżej 60% w początkowym składzie atmosfery opakowania zwiększała ilość wycieku swobodnego w stosunku do mięśni zapakowanych w środowisku powietrza atmosferycznego. Dowiodłem także, że pomimo braku statystycznie istotnych zależności pomiędzy składem modyfikowanej atmosfery a wielkością wycieków cieplnych, mięśnie które składowano w opakowaniach zawierających większą koncentrację CO₂ charakteryzowały się na ogół większymi ubytkami masy po ogrzewaniu niż próby przechowywane w środowisku powietrza atmosferycznego lub próżni.

Badając obraz mikroskopowy tkanki mięśniowej wykazałem, że pomimo braku statystycznie istotnych zależności pomiędzy koncentracją CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery, a wielkością poszczególnych elementów struktury mięśni piersiowych ptactwa, zastosowanie większej koncentracji tego gazu w składzie atmosfery opakowania wpłynęło na nieznaczne zmniejszenie pola powierzchni przekroju poprzecznego włókien mięśniowych oraz zmniejszenie grubości perymysium i endomysium. Stwierdzone przez mnie różnice w wielkości poszczególnych elementów struktury mogą świadczyć o zmianach zachodzących we włóknach mięśniowych, których konsekwencjami są również min. zaobserwowane w badaniach wycieki w trakcie składowania mięsa.

Zastosowany w składzie modyfikowanej atmosfery CO₂ nie miał istotnego wpływu na ogólną zawartość białka w składowanych mięśniach. W pracy wykazałem natomiast, że większa koncentracja tego gazu w atmosferze opakowania wpływała na niewielkie zwiększenie stopnia proteolizy białek mięśniowych oraz zwiększenie zawartości kolagenu rozpuszczalnego w próbkach. Zmiany te w konsekwencji wpływały na teksturę i prowadziły do poprawy kruchości badanych mięśni oraz zmniejszenia wyczuwalności tkanki łącznej.

Dowiodłem, że CO₂ zawarty w składzie modyfikowanej atmosfery nie wywierał statystycznie istotnego wpływu na wielkość analizowanych parametrów testu TPA i WB mięśni piersiowych wybranych gatunków ptactwa łownego. Wykazałem jednakże, że większa koncentracja tego gazu (powyżej 60%) w składzie atmosfery opakowania wpływała na zmniejszenie wartości poszczególnych analizowanych wyróżników testu TPA i WB, w tym min. zmniejszenie twardości oraz siły i pracy niezbędnej do przecięcia próbek. W pracy

określiłem również, bardzo rzadko podejmowane w badaniach naukowych, zmiany właściwości reologicznych mięsa składowanego w systemie MAP. Wykazałem, że pomimo braku istotnych zależności pomiędzy składem modyfikowanej atmosfery a parametrami testu relaksacji, składowanie mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych w środowisku o większej koncentracji CO₂ wpływało w większym stopniu na wzrost wartości modułów lepkości i kształtowanie bardziej lepkich cech przechowywanego surowca, czego konsekwencją mogły być również stwierdzone podczas oceny sensorycznej zmiany kruchości mięsa.

Bardzo ważnym składnikiem tkanki mięśniowej ulegającym przemianom w trakcie chłodniczego składowania mięsa jest tłuszcz. W pracy wykazałem brak statystycznie istotnych interakcji pomiędzy koncentracją CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery a zawartością tłuszczu oraz wartościami podstawowych wskaźników określających zakres zmian tego składnika. Rezultaty uzyskane w badaniach własnych wskazują jednakże, że pomimo zwiększenia się wartości parametru TBA-RS w trakcie chłodniczego składowania, mięśnie przechowywane w środowisku modyfikowanej atmosfery o większej koncentracji CO₂ charakteryzowały się mniejszymi zmianami tego parametru oraz nieznacznie większym udziałem kwasów tłuszczowych z rodziny MUFA i PUFA, a nieco mniejszym SFA w ogólnym profilu.

Z danych przedstawionych w pracy wynika, że koncentracja CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery nie miała statystycznie istotnego wpływu na wartości podstawowych fizycznych parametrów jakości barwy określających czerwoność (a*), żółtość (b*) oraz jasność barwy (L*) mięśni piersiowych wybranych gatunków ptactwa, w czasie ich przechowywania. Pomimo braku statystycznie istotnych różnic wykazałem jednakże, że większa koncentracja CO₂ w atmosferze opakowania niezależnie od gatunku ptactwa przyczyniała się do zmniejszenia średniego udziału barwy czerwonej (a*) oraz zwiększenia średniego udziału barwy żółtej (b*) w ogólnym spektrum barwy składowanych mięśni, co przekładało się także na zwiększenie wartości parametru ΔE świadczącego o całkowitej zmianie barwy i tym samym jej większej niestabilności w trakcie przechowywania. Ponadto dowiodłem, że większa koncentracja CO₂ w składzie atmosfery opakowania wpływała na zmniejszenie względnej zawartości oksymyoglobiny i jednocześnie zwiększenie względnej zawartości metmyoglobiny w powierzchniowej warstwie mięsa.

W pracy wykazałem także, że warunki składowania, a szczególnie rodzaj modyfikowanej atmosfery i koncentracja CO₂ w środowisku opakowania wpływały na jakość mikrobiologiczną mięśni piersiowych ptactwa. Wykazałem, że zawartość CO₂ w składzie

modyfikowanej atmosfery determinowała trwałość surowca poprzez wpływ na szybkość namnażania i ogólną liczbę drobnoustrojów oraz rodzaj dominującej mikroflory. Pomimo że w pracy nie wykazałem statystycznie istotnych interakcji pomiędzy koncentracją CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery a ogólną liczbą drobnoustrojów oraz liczbą drobnoustrojów psychrotrofowych w próbach, dowiodłem, że większy udział tego gazu w atmosferze opakowania (powyżej 40%) przyczyniał się do zmniejszenia ogólnej liczby mikroorganizmów oraz ograniczał szybkość ich namnażania w trakcie składowania mięśni poszczególnych gatunków ptactwa. Ponadto wykazałem, że większa koncentracja CO₂ w atmosferze opakowania wpływała istotnie na zwiększenie ogólnej liczby bakterii fermentacji mlekowej w składowanych mięśniach.

Rezultaty badań własnych przedstawione w pracy wskazują, że CO₂ zawarty w składzie atmosfery opakowania modyfikował jakość sensoryczną składowanych mięśni. W pracy wykazałem, że większa koncentracja tego gazu w składzie modyfikowanej atmosfery wpływała na niewielką poprawę kruchości składowanych mięśni oraz powodowała zmniejszenie wyczuwalności tkanki łącznej, co ma szczególne znaczenie w kształtowaniu jakości kulinarnej bardziej twardego mięsa ptactwa wodnego. Zastosowanie CO₂ w ilości powyżej 60% w składzie atmosfery opakowania wpływało jednakże na pogorszenie ocen barwy składowanych mięśni, szczególnie ciemniejszych mięśni piersiowych gęsi czy kaczek.

Jak wykazałem w pracy, kierunek zaobserwowanych zmian na ogół nie był zależny od gatunku ptactwa, jednakże czynnik ten miał wpływ na ich zakres i dynamikę. Koncentracja CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery w największym stopniu różnicowała wartość pH i zdolność do utrzymywania wody przez mięśnie piersiowe bażantów, natomiast najmniejszy wpływ na te wyróżniki stwierdzono w mięśniach dzikich kaczek. Większą podatnością na zmiany tekstury pod wpływem zastosowanego w składzie atmosfery CO₂ cechowały się mięśnie kuraków polnych, szczególnie kuropatw, które też charakteryzowały się największymi zmianami grubości śródmięśniowej tkanki łącznej. Z kolei najmniejszą podatnością na zmiany tekstury odznaczały się mięśnie dzikich kaczek, pomimo że ich mięśnie były bardziej podatne na proteolizę. Koncentracja CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery w większym stopniu wpływała na ograniczenie zmian oksydacyjnych tłuszczów w mięśniach ptactwa wodnego, a zwłaszcza dzikich kaczek. Mięśnie ptactwa wodnego były również bardziej podatne na zmiany barwy niż mięśnie kuraków polnych, wśród których najbardziej stabilną barwą cechowały się mięśnie kuropatw.

Porównując metodę pakowania w atmosferze o różnej koncentracji gazów z pakowaniem próżniowym, które jest szczególnym rodzajem systemu MAP stwierdziłem, że

składowanie próżniowe mięśni piersiowych ptaków łownych korzystnie wpływało na zachowanie wysokiej jakości tego surowca i na ogół w mniejszym stopniu zmieniało jego cechy natywne niż składowanie w modyfikowanej atmosferze o różnej koncentracji CO₂. Zastosowanie próżni do pakowania mięsa ptaków łownych wpływało jednakże niekorzystnie na wydajność poprzez zwiększenie wycieków swobodnych, spowodowanych specyficznym oddziaływaniem podciśnienia na tkankę mięśniową. W pracy wykazałem natomiast, że przechowywanie mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków łownych w środowisku modyfikowanej atmosfery o większej koncentracji CO₂ pozwalało zachować również wysoką jakość surowca, a ponadto uzyskać wyczuwalną poprawę ich kruchości, kształtując w ten sposób pożądane cechy sensoryczne i polepszając jakość kulinarną, co jest szczególnie istotne w przypadku mięsa zwierząt łownych.

PODSUMOWANIE

Wyniki badań własnych przedstawionych w niniejszej pracy dostarczyły informacji na temat podstawowych właściwości funkcjonalnych i jakości kulinarnej mięsa ptaków łownych oraz zmian jakie zachodzą w tym surowcu w trakcie składowania chłodniczego w środowisku modyfikowanej atmosfery.

W toku badań własnych wykazałem, że większa koncentracja dwutlenku węgla w składzie modyfikowanej atmosfery wpływała na pH przechowywanego mięsa oraz na zwiększenie stopnia proteolizy białek mięśniowych, a także na zwiększenie ilości kolagenu rozpuszczalnego, co - pomimo niewielkich zmian wartości tych parametrów - prowadziło do pewnej poprawy kruchości, a tym samym jakości sensorycznej i kulinarnej tego surowca. W pracy wykazałem także, że zastosowanie większej koncentracji CO₂ w składzie modyfikowanej atmosfery wpływało na ograniczenie niekorzystnych przemian lipidów określonych wielkością liczby TBA-RS, powodowało jednakże niekorzystne zmiany barwy wskutek zwiększenia udziału względnej zawartości metmioglobiny w powierzchniowej warstwie mięsa. Ponadto stwierdziłem, że zastosowanie CO₂ w składzie atmosfery opakowania modyfikowało jakość mikrobiologiczną składowanego surowca, ograniczało namnażanie mikroorganizmów psychrotrofowych, a jednocześnie stwarzało korzystne warunki do wzrostu bakterii kwasu mlekowego.

W pracy wykazałem ponadto, że zaobserwowane zmiany właściwości funkcjonalnych i jakości kulinarnej mięsa ptaków łownych, przechowywanego w warunkach modyfikowanej atmosfery o różnej koncentracji CO₂ generalnie nie były zależne od gatunku ptactwa.

Stwierdziłem natomiast, że wielkość zmian zachodzących w składowanym surowcu zależy od przynależności gatunkowej ptaków (ptactwo wodne lub kuraki polne), co było szczególnie widoczne w odniesieniu do barwy mięsa.

Wydaje się, że zastosowanie uzyskanych przeze mnie wyników, w praktyce może przyczynić się do wprowadzenia na polski rynek technologii przygotowania surowców mięsnych pozyskanych z ptactwa łownego, w kierunku poprawy ich cech jakościowych, a zwłaszcza tekstury i barwy, a tym samym rozszerzenia zainteresowania tym cennym surowcem kulinarnym konsumentów indywidualnych oraz branżę gastronomiczną.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

5.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk rolniczych

Na początku mojej pracy naukowej, podstawowym zagadnieniem badawczym podejmowanym przez mnie była problematyka związana z możliwościami ograniczenia lub wyeliminowania dodatku azotynu sodu w przetwórstwie mięsa drobiowego. Swoje zainteresowania naukowe rozwijałem pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Leszka Gajowieckiego w Katedrze Technologii Mięsa (ówczesnym Zakładzie Technologii Mięsa) jako doktorant na Międzywydziałowych Studiach Doktoranckich w macierzystej Uczelni. W tym okresie dodatkowo prowadziłem badania związane z zastosowaniem dodatków funkcjonalnych kształtujących jakość oraz trwałość wyrobów mięsnych (w tym również wyrobów wyprodukowanych z ograniczonym dodatkiem soli peklującej). Efektem mojej pracy była rozprawa doktorska pt. „Zastosowanie dodatków funkcjonalnych zastępujących azotynu w przetworach drobiowych”. W pracy tej wykazałem, że istnieje możliwość zastąpienia większości funkcji pełnionych przez azotan (III) sodu w przetwórstwie mięsa drobiowego, poprzez zastosowanie odpowiednio dobranych dodatków funkcjonalnych lub ich mieszanin. Jak dowiodłem w pracy zastosowanie w bezazotynowych systemach przetwarzania mięsa drobiowego dodatków funkcjonalnych uwzględnionych w badaniach nie gwarantowało jednak uzyskania zadawalających efektów w zakresie barwy doświadczalnych wyrobów.

Równocześnie jako członek zespołu badawczego, aktywnie uczestniczyłem w badaniach prowadzonych przez pracowników Katedry. Pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Kazimierza Lachowicza uczestniczyłem w pracach zespołu zajmującego się problematyką związaną z jakością mięsa zwierząt hodowlanych (głównie bydła i trzody chlewnej) i dziko żyjących, oraz wpływem szeregu czynników przyżyciowych oraz technologicznych związanych z przetwórstwem tego surowca. Badania te dotyczyły głównie charakterystyki jakościowej mięsa różnych gatunków zwierząt łownych i hodowlanych obejmującej analizę histologiczną i histochemiczną oraz pomiary właściwości mechanicznych (tekstury, właściwości reologicznych). W badaniach podejmowałem również próby określenia wpływu parametrów procesu masowania na jakość modelowych wyrobów wyprodukowanych z mięsa różnych gatunków zwierząt hodowlanych i dzicyzyny.

Zgłębianie podjętych problemów badawczych możliwe było dzięki współpracy z Polskim Związkiem Łowieckim i podległymi mu kołami łowieckimi, jak również Katedrą Hodowli Trzody Chlewnej i Katedrą Nauk o Zwierzętach Przeżuwających na Wydziale Biotechnologii i Hodowli Zwierząt Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego

w Szczecinie, a także z Zakładem Doświadczalno-Produkcyjnym Przetwórstwa Spożywczego Mas-AR w Szczecinie.

5.2. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych

Prowadząc badania w ramach realizacji pracy doktorskiej oraz uczestnicząc w badaniach prowadzonych przez pracowników Katedry Technologii Mięsa uzyskałam cenne doświadczenie zawodowe przygotowujące mnie do samodzielnego i właściwego doboru materiału doświadczalnego, jakim w moim przypadku było mięso zwierząt łownych, ptactwa łownego oraz mięso drobiu hodowlanego, a także przeprowadzenia badań w laboratorium chemicznym i instrumentalnym. Ponadto w 2014 roku odbyłem podoktorski staż naukowy w Katedrze Hodowli Drobiu i Oceny Surowców Zwierzęcych na Wydziale Hodowli i Biologii Zwierząt Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy uczestnicząc w badaniach z zakresu oceny cech mięsnych i jakości mięsa drobiu hodowlanego i ptaków łownych.

Doświadczenia zawodowe przyczyniły się do wypracowania własnego warsztatu badawczego oraz ukształtowania zainteresowań naukowych, w których można wyodrębnić cztery główne obszary.

1. Wpływ czynników biologicznych (obejmujących czynniki: genetyczne, fizjologiczne oraz hodowlano – środowiskowe) na właściwości strukturalno – mechaniczne mięsa
2. Wykorzystanie właściwości histochemicznych i histologicznych surowców mięsnych do określenia przydatności mięsa zwierząt rzeźnych i łownych do produkcji mięsa kulinarnego i wyrobów mięsnych, modyfikacja właściwości surowców mięsnych
3. Wpływ parametrów procesów technologicznych i składu recepturowego na jakość wyrobów mięsnych
4. Metodyka oceny struktury mięsa i jego przetworów.

Ad 1. Wpływ czynników biologicznych na właściwości mięsa

Przedmiotem moich badań były wybrane mięśnie pozyskane od różnych gatunków zwierząt łownych - zwierzyny grubej i ptactwa łownego, oraz zwierząt rzeźnych. W obszarze moich zainteresowań znalazło się mięso dzików, w którym jako członek zespołu badawczego, scharakteryzowałem budowę histologiczną, właściwości włókien mięśniowych a także teksturę i właściwości reologiczne mięśni (A.1, A.2). W kolejnych badaniach dokonałam szczegółowej charakterystyki jakościowej mięsa także innych gatunków zwierząt łownych m.in. bażantów (A.4), bobrów (A.6), dzikich kaczek i gęsi, kuropatw, perlic i przepiórek (D.10). Wyniki tych badań pozwoliły mi na określenie charakterystyki histologicznej (a w przypadku mięsa dzików także histochemicznej) i mechanicznej mięsa w zależności od gatunku zwierzęcia. I tak, mięso dzików cechuje stosunkowo duży udział włókien czerwonych, gruba tkanka łączna, duże włókna mięśniowe oraz niewielka ilość tłuszczu śródmięśniowego. Mięso to jest jednocześnie twarde, trudno żuwalne, o stosunkowo wysokich modułach sprężystości i lepkości. Z kolei w grupie ptactwa łownego, mięsem o małych włóknach, cienkiej tkance łącznej i w konsekwencji bardzo kruchym, ale mniej soczystym jest mięso pozyskiwane od przepiórek i kuropatw, zaś mięsem o najwyższej twardości jest mięso dzikich gęsi. Efektem tych badań jest publikacja dotycząca porównania jakości mięsa różnych gatunków zwierząt łownych (D.10).

Surowcem konkurencyjnym dla mięsa konwencjonalnych gatunków zwierząt rzeźnych może być mięso z bobra. Mięso to które cechuje się stosunkowo wysoką zawartością białka i lizyny, średnią zawartością tłuszczu lecz stosunkowo wysokim udziałem w nim kwasów PUFA. W porównaniu mięsa wieprzowego, posiada także mniejsze włókna mięśniowe i cieńszą tkankę łączną (A.6).

Wyniki tych badań mogą być z powodzeniem wykorzystywane przez producentów wyrobów mięsnych w celu uzyskania produktów charakteryzujących się odpowiednimi parametrami jakościowymi.

W swoich badaniach zajmowałem się również wpływem genotypu bydła na jakość mięsa i przydatność tego surowca do produkcji wyrobów mięsnych. Przeprowadzone badania pozwoliły określić m.in. wybrane parametry jakości kulinarnej bydła wybranych ras i ich mieszańców (D.1, D.5). Stwierdzono, że genotyp zwierząt ma niejednoznaczny wpływ na jakość mięsa wołowego. Z jednej strony nie stwierdzono istotnych różnic w jakości kulinarnej mięsa bydła czystorasowego charolaise i dwóch grup mieszańców tej rasy z rasą hereford lub simental (D.1), z drugiej strony wykazano, że najlepszymi parametrami jakościowymi (tj. najbardziej delikatną strukturą i teksturą oraz najlepszymi notami wyróżników

sensorycznych) charakteryzował się mięsień *m. semitendinosus* (ST) bydła rasy czarno-białej i krzyżówki tej rasy z rasą charolaise, podczas gdy gorszą jakość stwierdzono dla trzech grup mieszańców krów czarno-białych z włoskimi rasami mięsnymi tj. marchigiana, piemontese, chianina (D.5).

Wyniki badań, prowadzonych przez zespół którego jestem członkiem wykazały, że ogromne znaczenie w różnicowaniu jakości mięsa zwierząt łownych i rzeźnych odgrywają czynniki biologiczne, takie jak: rodzaj mięśnia, wiek lub masa tuszy oraz płęć.

Materiałem badawczym prowadzonych doświadczeń były mięśnie tuszy, które mają największe znaczenie dla przetwórstwa mięsnego tj. *m. longissimus* (L), *m. quadriceps femoris* (QF), *m. semimembranosus* (SM), *m. semitendinosus* (ST), oraz *m. biceps femoris* (BF). Stwierdzono, że niezależnie od gatunku zwierząt mięsień BF charakteryzuje się najgorszymi parametrami jakości (A.1, A.2, D.17). Oznaczono w nim m.in. najgrubsze włókna i tkankę łączną, najmniejszą ilość tłuszczu śródmięśniowego oraz największą ilość ubytków cieplnych, a także najwyższe wartości parametrów testu TPA, WB i relaksacji.

Innym analizowanym czynnikiem biologicznym, który miał wpływ na jakość surowców mięsnych był wiek zwierząt (lub masa tuszy). Przeprowadzone badania wykazały, że wraz z wiekiem dzików zmienia się udział w ich tuszy części zasadniczych – zwiększa udział szynki i łopatki z golonką, a zmniejsza udział skóry i boczku z żebrami (D.17). Zaobserwowano również zwiększenie grubości tkanki łącznej i rozmiarów włókien mięśniowych. Stwierdzone zmiany właściwości histologicznych i histochemicznych mięsa były odpowiedzialne za zmiany jego właściwości mechanicznych. Mięso starszych osobników w porównaniu z młodymi miało większy wyciek cieplny i było bardziej twarde, sprężyste i trudniej zuwalne (A.1, A.2, A.3).

W badaniach (A.5), jako członek zespołu badawczego dokonałem charakterystyki wydajności rzeźnej oraz cech mięsa brojlerów linii genetycznej Ross 308 ubitych w wieku 6 lub 64 tygodni. Wykazano, że tuszki tych różniły się masą, mięśnie piersiowe drobiu ubitego w wieku 64 tygodni charakteryzowały się większą jasnością barwy, natomiast mięśnie udowe były ciemniejsze niż u osobników ubitych w wieku 6 tygodni. Ponadto w mięsie starszych zwierząt stwierdzono gorszą jakość sensoryczną wynikającą min. z gorszej tekstury i mniejszą wartość odżywczą, wynikającą z mniejszej zawartości składników mineralnych.

W badaniach podjąłem także próbę określenia wpływu płci na jakość mięsa. Porównanie jakości mięsa bażantów łownych w wieku 6 miesięcy wykazało, że mięśnie samic w porównaniu z analogicznymi mięśniami samców charakteryzowały się mniejszymi rozmiarami włókien mięśniowych, cieńszą tkanką łączną oraz mniejszymi wartościami

parametrów testu TPA (A.4). Ponadto mięśnie samic cechowały się mniejszą masą oraz mniejszym udziałem procentowym w stosunku do masy tuszy, posiadały niższe wartości pH, oraz mniejszą zawartość tłuszczu. Nie stwierdziłem natomiast różnic fenotypowych w zawartości białka ogólnego. Z kolei mięśnie samców odznaczały się większą zawartością w tłuszczu kwasów z rodziny n-6 i n-3 oraz większym udziałem barwy czerwonej.

W badaniach zajmowałem się również wpływem żywienia na cechy rzeźne i jakość mięsa kaczek (A.7) oraz hodowlanych bażantów (A.8). W badaniach (A.7) określiłem wpływ żywienia z zastosowaniem ziarna pszenicy w końcowym etapie wychowu, na cechy tuszek i jakość mięsa kaczek rasy Pekin. Wykazałem, że zastąpienie przemysłowych mieszanek paszowych ziarnem pszenicy od 36 dnia wychowu ptaków nie wpływa w sposób istotny na masę ciała, wydajność mięsa (określoną masą mięśni piersiowych i udowych), ilość tłuszczu wraz z tłuszczem podskórnym. Efekt żywienia z zastosowaniem ziaren pszenicy objawiał się natomiast jaśniejszą mięśnią piersiowych oraz większą zawartością aminokwasów, natomiast w przypadku mięśni udowych mniejszą zawartością tłuszczu i kolagenu. Z kolei zastosowanie ziaren pszenicy w żywieniu bażantów fermowych (A.8) nie wpłynęło istotnie na masę ciała ptaków, jednakże objawiało się mniejszą masą mięśni w tuskach, a większą zawartością tłuszczu.

Ad 2. Wykorzystanie właściwości histochemicznych i histologicznych surowców mięsnych do określenia przydatności mięsa zwierząt rzeźnych i łownych do produkcji mięsa kulinarnego i wyrobów mięsnych, modyfikacja właściwości surowców mięsnych

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazałem, że istnieje związek pomiędzy budową histologiczną mięsa a jego właściwościami fizykochemicznymi i mechanicznymi (teksturą, właściwościami reologicznymi), co w konsekwencji wpływa również na przydatność technologiczną surowca mięsnego.

Różnice w budowie histologicznej mięsa są odpowiedzialne za zróżnicowanie jego jakości kulinarnej i przetwórczej, a poprzez odpowiednią ingerencję w strukturę mięsa można modyfikować jego właściwości. Mięso o mniejszych włóknach mięśniowych, cieńszej tkance łącznej i większej ilości tłuszczu śródmięśniowego charakteryzuje się generalnie lepszymi parametrami jakości kulinarnej, które jednak zmieniają się w czasie chłodniczego przechowywania mięsa. W prowadzonych badaniach wykazano, że tempo i rozmiar tenderyzacji to pochodna genotypu zwierząt i rodzaju mięśnia, a także okresu składowania (D.1). W innych badaniach stwierdziłem z kolei, że lepszą przydatnością do produkcji

wyrobów masowanych charakteryzują się mięśnie o bardziej delikatnej strukturze (A.3, D.3, D.5, D.7).

W badaniach dotyczących wpływu profilu histochemicznego m.in. mięśni dzików na przydatność do produkcji wyrobów masowanych (A.3) jako członek zespołu badawczego wykazałem, że mięśnie zwierząt dziko żyjących z przewagą włókien czerwonych (i tym samym grubszym endomysium) są twardsze, bardziej lepkie i mniej podatne na masowanie niż mięśnie, w których stwierdzono przewagę włókien białych i bardziej delikatną strukturę. W innych badaniach wykazałem z kolei, że mięso zawierające dużą ilość tkanki łącznej cechuje się wprawdzie gorszą przydatnością do produkcji mięsa kulinarnego ze względu na długotrwały proces dojrzewania, jednak może być z powodzeniem wykorzystywane do produkcji farszów kielbas drobno rozdrobnionych (A.6, D.8, D.9, D.14).

Ad 3. Wpływ parametrów procesów technologicznych i składu recepturowego na jakość wyrobów mięsnych

Jakość wyrobów masowanych, wpływ parametrów procesu oraz cech surowcowych były również tematem szeregu badań, realizowanych w naszej Katedrze. Efektem tych doświadczeń są prace (A.3, D.3, D.7, D.13, D.15, D.16), w których ustalono optymalne czasy i prędkości masowania zróżnicowanego surowca mięsnego. Wykazano, że mięsień BF dzików w porównaniu do SM, QF i L, jak też mięśnie dorosłych odyńców w porównaniu z mięsem młodych osobników, są mniej podatne na tenderyzację podczas masowania (A.3). Wykazano ponadto, że w celu uzyskania porównywalnej jakości wyrobów mięsień BF należy masować efektywnie przez 12 godzin przy prędkości 20 obr./min., a mięsień SM – 8 godzin przy prędkości 5 obr./min. lub 4 godziny przy prędkości 20 obr./min. (A.3). Z kolei mięśnie piersiowe indyka powinny być masowane dłużej lub bardziej intensywnie niż mięśnie piersiowe kurcząt (D.7).

W Katedrze prowadziłem również badania dotyczące wpływu składu recepturowego oraz wprowadzania dodatków funkcjonalnych na jakość kielbas drobno rozdrobnionych. Wyniki tych badań wykazały, że o wydajności i jakości kielbas decyduje zawartość tkanki łącznej w mięsie używanym do ich produkcji. Podjąłem próbę określenia optymalnego składu recepturowego do produkcji kielbas drobno rozdrobnionych z mięsa z dzika, które ze względu na dużą zawartość tkanki łącznej, jest cennym surowcem, jaki można wykorzystać w produkcji kielbas drobno rozdrobnionych. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że najlepsze parametry jakości charakteryzowały kielbasy, w farszu których dodatek tłuszczu twardego wieprzowego stanowił 10-20% masy mięsa z dzika, a dodatek wody 20-25% w

stosunku do masy mięsno – tłuszczowej (D.9). W innym doświadczeniu mięso dzików wprowadzono do kielbas wieprzowych i wołowych, jako zamiennik mięsa zwierząt hodowlanych. Wyniki tych badań wykazały, że wpływ mięsa dzików na jakość wyprodukowanych kielbas zależał z jednej strony od rodzaju mięsa (wieprzowe lub wołowe), z drugiej zaś od ilości mięsa z dzika dodanego do farszu oraz właściwości tego mięsa wynikającej z różnej masy tuszy czy sezonu odstrzału zwierząt (D.8, D.14). Alternatywnym surowcem w produkcji kielbas może być także mięso bobra (A.6) – wykazano, że dodatek mięsa bobra do farszu kielbasianego na poziomie 20-40% w pozytywny sposób wpływa na teksturę i smakowitość kielbas w porównaniu do kielbas wyprodukowanych tylko z mięsa wieprzowego.

Jednocześnie w naszej Katedrze zajmuję się zagadnieniami dotyczącymi wpływu dodatków funkcjonalnych na właściwości mechaniczne oraz jakość sensoryczną i mikrobiologiczną kielbas drobno rozdrobnionych. Wykazałem m.in., że dodatek karagenu na poziomie 1-1,5% pozwala obniżyć zawartość tłuszczu o 10% (przy zwiększeniu zawartości wody do 40%) bez pogorszenia jakości sensorycznej wyprodukowanych kielbas (D.2). Spośród badanych dodatków strukturotwórczych największy wpływ na ograniczenie ilości ubytków cieplnych obserwowano przy wprowadzeniu do farszu karagenu, podczas gdy kielbasy z dodatkiem glutenu pszennego uzyskały najwyższe noty oceny sensorycznej i w najmniejszym stopniu różniły się jakością od prób kontrolnych (D.2). Podjąłem również próbę wyeliminowania z drobiowych kielbas drobno rozdrobnionych niekorzystnego dla zdrowia azotanu(III)sodu, który zastępowano mleczanami, sorbinianami, cytrynianami lub fosforanami. Wykazałem, że dzięki tym związkom można wyprodukować wyroby bezpieczne mikrobiologicznie, o podwyższonej zdrowotności (D.4, D.6), a kielbasy z dodatkiem mleczanu sodu lub potasu charakteryzują się podobną jakością sensoryczną do tych zawierających azotany. Jedynie produkty z dodatkiem sorbinianów uzyskały gorsze noty wyróżników sensorycznych od wyrobów kontrolnych (D.6).

Obiektem moich zainteresowań badawczych stały się również przekąski mięsne typu jerky, cieszące się rosnącym zainteresowaniem konsumentów na całym świecie. W badaniach (D.12) do produkcji tego typu przekąsek zastosowano mięso wołowe, oraz mięso dziczyzny – jelenia i dzika (a więc surowiec o stosunkowo dużej zawartości tkanki łącznej) poddane procesowi marynowania celem poprawy jakości. Uzyskane wyniki pozwoliły mi na stwierdzenie, że marynaty na bazie soku z imbiru i ananasa wyraźnie wpływały na poprawę cech jakościowych gotowych wyrobów. Dobre efekty, szczególnie w wyrobach z mięsa

dziczyzny osiągnięto poprzez zastosowanie marynat kwaśnych na bazie soku z cytryny i miodu lub octu balsamicznego.

Ad 4. Metodyka oceny struktury mięsa i jego przetworów

W obrębie moich zainteresowań badawczych znalazły się również zagadnienia związane z metodyką badań. Uczestniczyłem w badaniach wpływu metody przygotowania preparatów histologicznych na wielkość elementów struktury mięśni zwierząt rzeźnych, a przez to jako członek zespołu wykazałem przydatności tych metod do analizowania budowy histologicznej mięsa (D.18). Jak wynika z przeprowadzonego przez zespół eksperymentu, sposób przygotowania preparatów ma istotny wpływ na rozmiar włókien mięśniowych, podczas gdy w żaden sposób nie wpływa na grubość tkanki łącznej. Pomimo że technika parafinowa, w porównaniu z mrożeniową, w istotny sposób zmniejsza wielkość włókien mięśniowych, pozwala z dużą dokładnością oszacować tą wielkość poprzez oznaczenie powierzchni ograniczonej przez *endomysium*. Z kolei wykorzystanie metody różnicowania typów włókien mięśniowych na podstawie aktywności ich enzymów (dopracowanie procedur) rozszerzyło możliwości badawcze naszego zespołu o charakterystykę histochemiczną surowców mięsnych (A.1, A.2, A.3).

Zastosowanie wyników badań w praktyce

Wyniki badań dotyczących wykorzystania mięsa zwierząt rzeźnych do produkcji wyrobów masowanych, określania optymalnych parametrów procesu masowania, jak również wpływu składu recepturowego i dodatków funkcjonalnych na jakość kiełbas są wykorzystywane w procesach produkcyjnych w Zakładzie Doświadczalno – Przetwórczym Przemysłu Spożywczego Mas-AR, sp. z o.o. w Szczecinie. Z kolei wyniki badań dotyczących charakterystyki jakościowej i przetwórczej mięsa zwierząt łownych mogą być potencjalnie wykorzystywane przez producentów wyrobów z tego właśnie surowca. Natomiast wyniki badań dotyczących wpływu czynników biologicznych mogą być potencjalnie wykorzystywane przez hodowców do produkcji surowca rzeźnego charakteryzującego się wysoką jakością kulinarną i przetwórczą.

Szczecin, 19.02.2018 r.

Marek Kotowicz