

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk o Żywności

dr inż. Tomasz Florowski

Załącznik nr 2

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie Nauk Rolniczych,
w dyscyplinie Technologia Żywności i Żywnienia

AUTOREFERAT
z opisem osiągnięć naukowych
związanych z postępowaniem
habilitacyjnym

Warszawa, 2019

Spis treści

1.	Dane osobowe	3
2.	Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3.	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych	3
4.	Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 ze zm.):.....	4
4.1.	Tytuł osiągnięcia naukowego.....	4
4.2.	Opracowania wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego	4
4.2.1.	Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe.....	4
4.2.2.	Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia	5
4.3.	Omówienie celu naukowego prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	7
4.3.1.	Wstęp	7
4.3.2.	Cel naukowy i omówienie wyników badań.....	10
4.3.2.1.	System Gwarantowanej Jakości Żywności QAFP. Zeszyt branżowy KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE jako jednolity system pozwalający na ograniczenie częstości występowania mięsa obarczonego wadą PSE poprzez kontrolę punktów istotnych w jej powstawaniu w całym łańcuchu produkcji mięsa (O1).....	10
4.3.2.2.	Opracowanie systemu rozwiązań pozwalających na ograniczenie ryzyka wprowadzenia do obrotu handlowego mięsa obarczonego wadą PSE poprzez jego efektywne wyselekcjonowanie w toku produkcyjnym (O1, O2)	17
4.3.2.2.a	Metody selekcji mięsa obarczonego wadą PSE przedstawione w Systemie QAFP (O1)	17
4.3.2.2.b	Badania nad innowacyjnymi metodami selekcji mięsa obarczonego wadą PSE (O2)	19
4.3.2.3.	Badania nad możliwościami racjonalnego zagospodarowania przetwórczego mięsa obarczonego wadą PSE (O3, O4, O5, O6, O7).....	21
4.3.2.3.a	Badania nad wpływem surowca mięsnego o zróżnicowanej jakości na wybrane wyróżniki jakości modelowych produktów mięsnych (O3)	22
4.3.2.3.b	Badania nad możliwością zagospodarowania mięsa obarczonego wadą PSE w produkcji wybranych asortymentów przetworów mięsnych (O4, O5).....	25
4.3.2.3.c	Badania nad wpływem wybranych dodatków technologicznych na właściwości modelowych układów mięsnych wytworzonych z mięsa PSE (O6, O7).....	32
4.3.3.	Podsumowanie.....	36
5.	Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych.....	42

5.1.	Badania nad wpływem różnych czynników przedubojowych (genetycznych i pozagenetycznych) na jakość tusz i mięsa dużych zwierząt rzeźnych i drobiu	43
5.2.	Badania nad możliwością zastosowania technik wizyjnych do oceny wybranych surowców rzeźnych.....	47
5.3.	Badania nad możliwością zwiększenia wartości zdrowotnej przetworów mięsnych.....	49
5.4.	Badania nad możliwością zwiększenia trwałości mięsa kulinarnego i produktów mięsnych	51
5.5.	Badania nad wpływem różnych procesów technologicznych na jakość produktów mięsnych	54
6.	Podsumowanie pracy naukowo-badawczej	56
7.	Inne osiągnięcia związane z aktywnością dydaktyczną i organizacyjną.....	58
7.1.	Działalność dydaktyczna	58
7.2.	Działalność organizacyjna	60
7.3.	Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów	61
7.4.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia.....	61
7.5.	Współpraca z zagranicą, recenzje publikacji	62
7.6.	Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki.....	62
7.7.	Konferencje	63
7.8.	Współpraca z przemysłem	63

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko: **Tomasz Marcin Florowski**

Miejsce pracy: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Żywności,
Katedra Technologii Żywności,
Zakład Technologii Mięsa
Ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

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

- 2005 r. **stopień doktora nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia**
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Technologii Żywności
Praca doktorska pt.: *Badania nad wpływem wybranych czynników genetycznych na jakość mięsa wieprzowego*
Promotor: Prof. dr hab. Andrzej Pisula
- 2002 r. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Ekonomiczno-Rolniczy
Studia Podyplomowe w zakresie Doskonalenia Pedagogicznego
- 2001 r. **tytuł magistra inżyniera**
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Technologii Żywności;
kierunek: Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka
Praca magisterska pt.: *Próba zastosowania pomiaru barwy do oceny wybranych wyróżników jakości mięsa kurcząt*; Praca wyróżniona w konkursie na najlepszą pracę magisterską w kategorii prac o wybitnych wartościach wdrożeniowych
Promotor Dr inż. Mirosław Słowiński, Opiekun: Dr inż. Krzysztof Dasiewicz

Kursy / szkolenia

- 2012 r. Polskie Towarzystwo Informatyczne
Europejski Certyfikat Umiejętności Komputerowych

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych

- od 15.12.2006 r. **adiunkt**, Zakład Technologii Mięsa, Katedra Technologii Żywności,
Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

27.12.2005 – 14.12.2006 r. **asystent**, Zakład Technologii Mięsa, Katedra Technologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

01.10.2001 – 30.09.2005 r. **doktorant**, Zakład Technologii Mięsa, Katedra Technologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 ze zm.):

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 ze zm.) jest:

- zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe,
- cykl sześciu publikacji naukowych,

stanowiące łącznie osiągnięcie pt.:

„Studia nad ograniczaniem występowania, diagnostyką i zagospodarowaniem przetwórczym mięsa wieprzowego obarczonego wadą PSE”

4.2. Opracowania wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

4.2.1. Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe

01. System gwarantowanej jakości żywności QAFP. Zeszyt branżowy KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE Wymagania produkcyjne i jakościowe. Krajowy system jakości żywności na mocy decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 grudnia 2009 r. (wyd. 1 z 11.12.2009; wyd. 2 z 13.01.2011; wyd. 3 z 15.03.2013; wyd. 4 z 24.12.2013; Autorzy: Obiedziński M.W., Pisula A., Płonka S., Różycki M., Węglarzy K, Czubała A., Florowski T., Obiedziński M.M.)

W pracach nad tworzeniem Zeszytu branżowego „KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE” Wymagania produkcyjne i jakościowe Systemu QAFP byłem odpowiedzialny (wraz z prof. dr hab. Andrzejem Pisulą) za stworzenie pierwszej wersji Zeszytu. Byłem współtwórcą koncepcji Zeszytu branżowego, i pomysłodawcą jego układu, brałem znaczący udział w przygotowaniu tekstu Zeszytu w obszarze określającym jego ramy,

w obszarze wskazującym jakie czynniki przed i poubojowe oraz związane z obrotem towarowym mięsem należy uwzględnić żeby uzyskać kulinarne mięso wieprzowe wysokiej jakości (w tym m.in. wolne od wady PSE), jak również w zakresie metod i kryteriów oceny jakości mięsa (tj. punktów 2, 4-7 Zeszytu branżowego „KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE”). W dalszych pracach Zeszyt branżowy został uzupełniony o zagadnienia związane z hodowlą trzody chlewnej (Punkt 3. Chów świń - część przygotowana przez specjalistów w zakresie hodowli trzody chlewnej tj. prof. dr hab. inż. Stanisława Płonkę, prof. dr hab. Mariana Różyckiego oraz doc. dr hab. inż. Karola Węglarzy) oraz dostosowany do ogólnych ram tworzonego Systemu gwarantowanej jakości żywności QAFP (za prace w tym zakresie odpowiedzialni byli specjaliści z zakresu tworzenia i zarządzania systemami zapewnienia jakości tj. prof. dr hab. Mieczysław Wiesław Obiedziński, mgr inż. Andrzej Czubała oraz mgr inż. Mieczysław Marek Obiedziński). W kolejnych latach, po uznaniu Systemu za Krajowy system jakości żywności na mocy decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 grudnia 2009 r. brałem udział w pracach nad doskonaleniem Zeszytu branżowego i dostosowaniem go do realiów rynkowych. Od 2013 roku jestem honorowym członkiem Specjalistycznej Rady Systemu QAFP, której celem jest wyznaczanie przyszłych kierunków funkcjonowania i rozwoju Systemu QAFP. Mój udział procentowy w tworzeniu Zeszytu branżowego „KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE” Wymagania produkcyjne i jakościowe Systemu QAFP szacuję na 50 %#.

4.2.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia

- 02.** Chmiel M., Słowiński M., Dasiewicz K., Florowski T. (2016): Use of computer vision system (CVS) for detection of PSE pork meat obtained from *m. semimembranosus*. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 532-536, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.021>
IF 5-letni =2,929; IF =2,329; MNiSW = 35 pkt.; Liczba cytowań wg. Web of Science = 5, wg. Scopus = 6
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współtworzeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu doświadczeń, opracowaniu metodyki badań (znaczący udział), udziale w przeprowadzeniu badań, analizie i interpretacji wyników oraz sformułowaniu wniosków, udziale w przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 35 %.
- 03.** Florowski T., Florowska A., Adamczak L., Chmiel M., Pietrzak D., Midzio M. (2015): Charakterystyka zróżnicowania jakościowego mięśnia półbłoniastego i jego wpływ na wybrane wyróżniki jakości modelowych szynek parzonych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 583, 55-63
IF =0; MNiSW = 13 pkt.
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu doświadczeń, opracowaniu metodyki badań, nadzorze merytorycznym i udziale w przeprowadzeniu prac technologicznych i badań laboratoryjnych, analizie i interpretacji wyników oraz sformułowaniu wniosków, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu i pełnieniu roli autora korespondującego. Mój udział procentowy szacuję na 75 %.

- 04.** Florowski T., Florowska A., Chmiel M., Adamczak L., Pietrzak D., Ruchlicka M. (2017): The effect of pale, soft and exudative meat on the quality of canned pork in gravy. *Meat Science*, 123, 29–34, <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.009>
IF 5-letni =3,55; IF =2,821; MNiSW = 40 pkt.; Liczba cytowań wg. Web of Science = 1, wg. Scopus = 3
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu doświadczeń, opracowaniu metodyki badań, nadzorze merytorycznym i udziale w przeprowadzeniu prac technologicznych i badań laboratoryjnych, analizie i interpretacji wyników oraz sformułowaniu wniosków, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu i pełnieniu roli autora korespondującego. Mój udział procentowy szacuję na 75 %.
- 05.** Florowski T., Florowska A., Adamczak L., Kur A., Pisula A. (2014): Ocena możliwości wykorzystania mięsa PSE w produkcji restrukturowanych wędzonek parzonych. *Medycyna Weterynaryjna*, 70(2), 112-116
IF 5-letni₂₀₁₅ =0,162; IF =0,218; MNiSW = 15 pkt.; Liczba cytowań wg. Web of Science = 1, wg. Scopus = 1
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu doświadczeń, opracowaniu metodyki badań, nadzorze merytorycznym i udziale w przeprowadzeniu prac technologicznych i badań laboratoryjnych, analizie i interpretacji wyników oraz sformułowaniu wniosków, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu i pełnieniu roli autora korespondującego. Mój udział procentowy szacuję na 80 %.
- 06.** Florowski T., Florowska A., Kur A., Pisula A. (2013): Porównanie wpływu dodatku białka kolagenowego i sojowego na jakość restrukturowanych szynek parzonych wyprodukowanych z mięsa PSE. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 89(4), 90 – 99
IF 5-letni =0,295; IF =0,311; MNiSW = 15 pkt.; Liczba cytowań wg. Web of Science = 1; Liczba cytowań wg. Scopus = 3
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu doświadczeń, opracowaniu metodyki badań, nadzorze merytorycznym i udziale w przeprowadzeniu prac technologicznych i badań laboratoryjnych, analizie i interpretacji wyników oraz sformułowaniu wniosków, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu i pełnieniu roli autora korespondującego. Mój udział procentowy szacuję na 85 %.
- 07.** Kobyliński J., Florowski T. (2012): Wpływ dodatku fosforanów i węgla sodu na jakość szynki restrukturyzowanej wyprodukowanej z mrożonego mięsa PSE. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 85(6), 167-179
IF 5-letni₂₀₁₃ =0,295; IF =0,190; MNiSW = 15 pkt.; Liczba cytowań wg. Web of Science = 0; Liczba cytowań wg. Scopus = 2
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu doświadczeń, opracowaniu metodyki badań, nadzorze merytorycznym i udziale w przeprowadzeniu prac technologicznych i badań laboratoryjnych, udziale w analizie i interpretacji wyników oraz sformułowaniu wniosków, udziale w przygotowaniu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 60 %.

Wartość osiągnięcia naukowego, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, dla rozwoju dyscypliny i przemysłu określa:

- uznanie Systemu gwarantowanej jakości żywności QAFP wraz z Zeszytem branżowym KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE za Krajowy system jakości żywności na mocy decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 grudnia 2009 r.,
- sumaryczny IF publikacji stanowiących część osiągnięcia naukowego wynoszący: IF-5 letni 7,231; IF wg. roku opublikowania 5,869; suma punktów według punktacji MNiSW, obliczonej zgodnie z rokiem publikacji – 133.

4.3. Omówienie celu naukowego prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Problematyka jakości mięsa znajduje się w obszarze mojego zainteresowania naukowego już od wielu lat. Prowadziłem m.in. prace badawcze i studia literaturowe dotyczące szeroko rozumianej jakości mięsa wieprzowego, wołowego, drobiowego (kurcząt, indyków, kaczek, strusi), dzików i żubrów. Publikacje naukowe i popularno-naukowe związane z problematyką jakości mięsa stanowią ponad 65 % wszystkich moich publikacji, z czego ponad 60 % stanowią publikacje związane z jakością mięsa wieprzowego. Początkowo prowadzone przeze mnie badania koncentrowały się na wpływie różnych czynników (przed- i poubojowych) na jakość mięsa i na zagadnieniach diagnostyki wad jakości mięsa. Wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane w wielu czasopismach naukowych i branżowych oraz prezentowane na wielu konferencjach naukowych i branżowych. Efektem mojej działalności naukowej i popularyzatorskiej w zakresie kształtowania jakości mięsa był również udział w pracach nad tworzeniem Systemu Gwarantowanej Jakości Żywności QAFP (Quality Assurance for Food Products) wraz z Zeszytem branżowym „Kulinarne mięso wieprzowe - Wymagania produkcyjne i jakościowe”. Zostałem również członkiem Specjalistycznej Rady Systemu QAFP w obszarze dotyczącym kulinarnego mięsa wieprzowego. Będąc współtwórcą zeszytu branżowego „Kulinarne mięso wieprzowe” przedstawiłem w nim ważniejsze wymogi jakie powinny być spełnione celem ograniczenia częstości występowania wad jakości mięsa. Dzięki wprowadzeniu Systemu w całym łańcuchu produkcji mięsa możliwa jest poprawa jakości oferowanej w handlu wieprzowiny. System ten ma zatem istotne oddziaływanie zarówno na funkcjonowanie przemysłu mięsnego, jak i zadowolenie konsumentów mięsa wieprzowego. Jednocześnie, mając świadomość, że zupełne wyeliminowanie występowania różnych wad jakości mięsa jest praktycznie niemożliwe, a intensyfikacja produkcji mięsa wieprzowego może nawet spowodować wzrost częstości ich występowania, rozpocząłem cykl badań nad zagospodarowaniem przetwórczym mięsa obciążonego wadami jakości. Ta tematyka badawcza cały czas znajduje się w obszarze moich zainteresowań naukowych.

4.3.1. Wstęp

Mięso i przetwory mięsne stanowią ważny element diety wielu ludzi, zarówno z uwagi na unikalne walory smakowe i zapachowe, łatwość przygotowania posiłku, jak i z uwagi na szczególną wartość odżywczą. Mięso jest m.in. źródłem pełnowartościowego i dobrze

przyswajalnego białka, witamin z grupy B i szeregu mikroelementów niezbędnych w procesach metabolicznych organizmu człowieka. Wśród innych, ważnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka związków zawartych w mięsie należy wymienić karnozynę, glutation, cholinę czy skonjugowany kwas linolowy (Pisula i Pospiech 2011).

Światowa produkcja mięsa kształtuje się na poziomie około 324 mln ton i wykazuje tendencję wzrostową. W strukturze produkcji mięsa znaczące miejsce zajmuje mięso wieprzowe. W 2018 roku wyprodukowano łącznie 112 958 tys. ton mięsa wieprzowego, co stanowiło około 35 % światowej produkcji mięsa. W Polsce w 2018 roku wyprodukowano 1 957 tys. ton mięsa wieprzowego, co stanowiło 38,7 % krajowej produkcji mięsa (Rynek mięsa 2018). Wskazuje się, że produkcja ta mogłaby być większa. Jednym z warunków poprawy sytuacji na rynku wieprzowiny jest poprawa efektywności produkcji. O sukcesie ekonomicznym, a tym samym zwiększeniu konkurencyjności produkowanego mięsa i przetworów może decydować m.in. umiejętność ograniczenia strat powstających w trakcie całego cyklu produkcyjnego. Straty te są m.in. związane z występowaniem wad jakości mięsa (Zał. 5, II D2.1/25). Należy zatem dążyć do ograniczania ich występowania. Niestety obecnie obserwuje się wciąż zbyt małe zainteresowanie przemysłu mięsnego jakością produkowanego mięsa. Cechami, na które zakłady ubojowe zwracają szczególną uwagę przy skupie żywca i rozliczeniach finansowych z hodowcami są m.in. masa żywca, uzyskiwana wydajność ubojowa, mięsność i otłuszczenie tusz oraz udział elementów zasadniczych. Cechy decydujące o przydatności kulinarnej lub przetwórczej mięsa mają niestety wciąż małe znaczenie.

Jakość oferowanego w handlu mięsa jest również istotnym czynnikiem kształtującym jego spożycie. Przeciętny polski konsument spożywa rocznie około 40 kg mięsa wieprzowego, co stanowi ponad 50 % spożywanego mięsa ogółem. Surowiec ten ma zatem wciąż dominujący udział w strukturze spożycia mięsa w Polsce. Utrzymanie tej pozycji będzie jednak uzależnione od szeregu czynników, w tym m.in. postrzegania wieprzowiny jako ważnego składnika diety, cen mięsa kulinarnego w handlu oraz jego jakości kulinarnej.

Pod pojęciem mięso „dobrej jakości” rozumie się mięso wolne od wad jakościowych. W praktyce oznacza to mięso pochodzące ze zdrowych zwierząt, w których organizmach przed ubojem oraz w tuszach po uboju wszystkie przemiany zachodziły w sposób prawidłowy, w odpowiednim tempie, i które zostało wykrojone z tusz i przekazane do zastosowania kulinarnego lub przerobowego po uzyskaniu odpowiedniego stopnia dojrzałości (Zał. 5, II D2.2/7). Na szeroko rozumianą jakość mięsa składa się wiele cech wskazujących na jego przydatność do produkcji porcji kulinarnych (tzw. jakość kulinarna) lub do produkcji przetwórczej (tzw. jakość przetwórcza). Do wyróżników jakości kulinarnej mięsa zalicza się m.in. udział poszczególnych tkanek (w tym szczególnie mięśniowej, łącznej i łącznej tłuszczowej), barwę mięsa, obecność wycieku soku mięsnego (tzw. wodnistość mięsa) oraz konsystencję, soczystość i smakowitość mięsa. Ważniejszymi determinantami jakości przetwórczej mięsa są natomiast udział poszczególnych tkanek, zdolność wiązania wody, emulgowania tłuszczu i żelowania oraz ilość ubytków masy powstających w trakcie obróbki termicznej. Nadrzędnym wyróżnikiem jakości mięsa jest ponadto jego bezpieczeństwo, obejmujące m.in. poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego i chemicznego.

Mięso wieprzowe dobrej jakości charakteryzuje się czerwonoróżową barwą, prawidłową (tj. nie zbyt twardą ani nie rozwarstwiającą się) strukturą oraz brakiem nadmiernego wycieku soku mięśniowego. Określa się je jako RFN (reddish-pink, firm, nonexudative / normal). W klasyfikacji, za mięso RFN uważa się mięso (*m. longissimus*) cechujące się pH mierzonym w 45 minut od uboju na poziomie > 6,3 i pH mierzonym po 24 godzinach od uboju na poziomie 5,5-5,7. Te wartości kryterialne wskazują na prawidłowe tempo poubojowej glikogenolizy, pozwalające na uzyskanie surowca o dobrej jakości. W przypadku zbyt gwałtownego przebiegu

poubojowej glikogenolizy w mięsie dochodzi do nagromadzenia się znacznych ilości kwasu mlekowego i bardzo szybkiego obniżenia pH, którego wartość w czasie ok. 45 min. po uboju osiąga poziom pomiędzy 6,2 a 5,5 w zależności od tempa przemian. Tak nagły spadek pH przy utrzymującej się stosunkowo wysokiej (41,5-43,0 °C) temperaturze prowadzi do częściowej denaturacji białek mięśniowych, a w konsekwencji do obniżenia ich aktywności jonowej i rozpuszczalności. Białka wytrącone z sarkoplazmy osadzają się na powierzchni miofibrili, blokując część zdysocjowanych grup aminokwasowych zdolnych do wiązania wody. W efekcie powstałe mięso cechuje się pogorszoną zdolnością wiązania i utrzymywania wody. W wyniku gwałtownej glikogenolizy uszkodzeniu ulegają również błony włókien mięśniowych, co skutkuje znacznym wyciekaniem płynu z wnętrza włókien mięśniowych (Offer 1991, Bowker 2000, Van Oeckel i Warnants 2003, Binke 2004, Dżinić i wsp. 2009, Van de Perre i wsp. 2010). Wizualnym efektem tych przemian jest również wyraźne zwiększenie jasności barwy mięsa (Brewer i wsp. 2001, Van Oeckel i Warnants 2003, Von Seggern i wsp. 2005, Warris i wsp. 2006, Chmiel i wsp. 2011). Mięso takie ma zatem pogorszoną jakość kulinarną i przetwórczą. W literaturze naukowej i branżowej określa się je jako PSE (ang. pale, soft, exudative). Wada typu PSE występuje najczęściej w najcenniejszych handlowo mięśniach tuszy, jak mięsień najdłuższy (*m. longissimus*) oraz mięśnie szynki (*m. półbłoniasty – m. semimembranosus*, *m. półścięgnisty – m. semitendinosus* czy *m. czworogłowy uda – m. quadriceps femoris*) (Warner i wsp. 1993, Brewer i wsp. 2001, Strzelecki i Borzuta 2002, Laville i wsp. 2005, Fischer 2007, Karamucki i wsp. 2013). Mięśnie te, w przypadku ich dobrej jakości, przeznaczone są do produkcji porcji kulinarnych lub całomięśniowych przetworów parzonych lub surowych dojrzewających, czyli produktów o wysokiej wartości handlowej (Zał. 5, II D2.2/7). W przypadku obarczenia mięsa wadą PSE takie zagospodarowanie mięsa jest jednak niemożliwe, co prowadzi do powstawania wymiernych strat ekonomicznych dla zakładów mięsnych. Istotnym problemem z występowaniem mięsa PSE jest również konieczność ponoszenia kosztów związanych z klasyfikacją jakościową mięsa oraz koniecznością dostosowania technologii przetwórczej do wykorzystania takiego surowca o niższej jakości, w tym koniecznością ponoszenia kosztów dodatków funkcjonalnych ograniczających niekorzystny wpływ surowca na jakość wyrobów (Kuo i Chu 2003, Schilling i wsp. 2003). Dodatkowo przy przetwórstwie mięsa PSE zawsze istnieje ryzyko, że wytworzony produkt i tak będzie niższej jakości – co może skutkować niezadowolaniem konsumentów i zmniejszeniem ich zaufania do marki producenta (Zał. 5, II D2.2/7).

Mimo znacznej wiedzy na temat mięsa PSE stosunkowo wysoka częstość jego występowania jest wciąż istotnym problemem w wielu krajach. Szacuje się, że częstość występowania tego defektu jakościowego, o różnym stopniu natężenia, kształtuje się na poziomie od kilku - kilkunastu procent (Scanga i wsp. 2003, Faucitano i wsp. 2010) do nawet ponad 30 % (Santos i wsp. 1994, Schilling i wsp. 2004). W Polsce, szacuje się, że częstość występowania mięsa wodnistego (częściowo PSE, PSE i ekstremalnie PSE) wynosi (w zależności od m.in. zakładu ubojowego, pory roku i genotypu świń) od kilku do nawet kilkudziesięciu procent. Ograniczenie częstości występowania mięsa PSE stanowi zatem jedno z wyzwań przed jakim stoi współczesny przemysł mięsny. Rozwiązaniem tego problemu może być wprowadzenie systemów, obejmujących kontrolę czynników krytycznych w powstawaniu wady PSE, na poszczególnych etapach produkcji mięsa. Jednocześnie należy poszukiwać metod pozwalających na ograniczenie ryzyka wprowadzenia mięsa obciążonego wadą PSE do obrotu handlowego oraz metod racjonalnego wykorzystania takiego surowca w produkcji przetwórczej.

4.3.2. Cel naukowy i omówienie wyników badań

Celem naukowym Osiągnięcia, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 ze zm.) jest **opracowanie rozwiązań, których wprowadzenie pozwoli na ograniczenie problemów związanych z występowaniem mięsa obarczonego wadą PSE**, w tym:

1. opracowanie jednolitego i spójnego projektu systemu pozwalającego na **ograniczenie częstości występowania mięsa obarczonego wadą PSE** poprzez kontrolę punktów istotnych w jej powstawaniu w całym łańcuchu produkcji mięsa (O1);
2. opracowanie systemu rozwiązań pozwalających na **ograniczenie ryzyka wprowadzenia do obrotu handlowego mięsa obarczonego wadą PSE** poprzez jego efektywne wyselekcjonowanie w toku produkcyjnym (O1, O2);
3. określenie możliwości **racjonalnego zagospodarowania przetwórczego mięsa obarczonego wadą PSE** tj. pozwalającego na uzyskanie z takiego surowca, o pogorszonej jakości przetwórczej, produktów o akceptowalnej jakości i wysokiej wartości handlowej (O3, O4, O5, O6, O7).

W pracy postawiono następujące hipotezy badawcze

1. występowanie mięsa obarczonego wadą PSE w przemyśle mięsnym jest zagadnieniem złożonym a ograniczenie problemów związanych z jego występowaniem wymaga podjęcia kompleksowych działań w całym łańcuchu produkcyjnym;
2. cechy charakterystyczne mięsa obarczonego wadą PSE pozwalają na jego skuteczne wyselekcjonowanie z partii produkcyjnej;
3. dobierając odpowiednio asortyment, technologię produkcji i dodatki technologiczne możliwe jest wytworzenie z mięsa obarczonego wadą PSE produktów o wysokiej jakości i wartości handlowej.

4.3.2.1. System Gwarantowanej Jakości Żywności QAFP. Zeszyt branżowy **KULINARNE MIĘSO WIEPRZOWE** jako jednolity system pozwalający na ograniczenie częstości występowania mięsa obarczonego wadą PSE poprzez kontrolę punktów istotnych w jej powstawaniu w całym łańcuchu produkcji mięsa (O1)

Celem opracowania Zeszytu branżowego „Kulinarne mięso wieprzowe” (O1) Systemu Gwarantowanej Jakości Żywności QAFP (Zał. 5, II C1) było określenie w sposób kompleksowy wymagań, których spełnienie na poszczególnych etapach produkcji mięsa, pozwoliłoby na uzyskanie wieprzowiny wysokiej jakości. Wdrożenie Systemu może pozwolić na poprawę wskaźników ekonomicznych produkcji mięsa i przetworów z mięsa wieprzowego oraz stać się narzędziem efektywnej promocji mięsa zarówno na rynku krajowym, jak i międzynarodowym. W Zeszycie zawarto wytyczne odnoszące się do całego łańcucha produkcji mięsa, tj. począwszy od założeń hodowlanych (genetycznych), poprzez hodowlę świń (warunki hodowli, żywienie), obrót przedubojowy (załadunek, transport i rozładunek świń), przygotowanie świń do uboju i ubój, obróbkę poubojową, wychładzanie, dojrzewanie mięsa, rozbiór tusz, konfekcjonowanie, pakowanie i dystrybucję mięsa. Należy mieć bowiem świadomość, że końcowa jakość mięsa,

jako produktu handlowego, zależy od działań wszystkich podmiotów zaangażowanych w jego produkcję. Zgodnie z założeniami Systemu (O1) produkcja mięsa prowadzona z uwzględnieniem wytycznych zawartych w Zeszycie branżowym „Kulinarne mięso wieprzowe” pozwala na pozyskanie surowca wysokiej jakości, tj. wolnego od takich wad jak PSE (ang. pale, soft, exudative), RSE (ang. red, soft, exudative), AM (ang. acid meat), DFD (ang. dark, firm, dry) oraz o odpowiedniej jakości sensorycznej (wynikającej m.in. z odpowiedniego żywienia świń i odpowiedniej zawartości tłuszczu śródmięśniowego). W niniejszym Autoreferacie omówiłem wyłącznie wymogi, których spełnienie, zgodnie z obecnym stanem wiedzy, pozwala na ograniczenie częstości występowania wady jakości typu PSE.

Przedstawione w Zeszycie branżowym „Kulinarne mięso wieprzowe” wymogi, których spełnienie na poszczególnych etapach produkcji mięsa może pozwolić na ograniczenie ryzyka wystąpienia wady PSE, są wynikiem wieloletnich badań naukowych i studiów literaturowych jakie prowadziłem (zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora) w zakresie czynników wpływających na jakość mięsa. Prace nad tworzeniem systemu zapewnienia wysokiej jakości mięsa wieprzowego stanowiły m.in. kontynuację badań jakie prowadziłem w ramach przygotowywania rozprawy doktorskiej (Zał. 5, II E3). Uzyskane wyniki prowadzonych przeze mnie badań zostały przedstawione w licznych publikacjach naukowych (Zał. 5, II D1.1/5; D1.1/7; D2.1/5; D2.1/6; D2.1/7; D2.1/9; D2.1/15; D2.1/16; D2.1/17; D2.1/24; D2.1/28; D2.1/29), przeglądowych (Zał. 5, II D1.1/4; D1.1/8; D2.1/4) i popularnonaukowych (Zał. 5, II D1.2/1; D2.1/19; D2.1/20; D2.1/25; D2.1/26; D2.1/32; D2.2/2; D2.2/3). Spostrzeżenia z opracowywania Systemu QAFP przedstawiłem natomiast w opracowaniu pt. „Łańcuch produkcji mięsa wysokiej jakości” (Florowski i wsp. 2011) w „Mięso – podstawy nauki i technologii” (red. Pisula A., Pospiech E.). Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 249-262 (Zał. 5, II D2.2/7).

Ogólnie przyjmuje się, że jakość mięsa jest determinowana w około 30 procentach przez czynniki genetyczne i w około 70 procentach przez czynniki pozagenetyczne (żywieniowe, środowiskowe). Te wartości mogą być jednak różne dla różnych składowych jakości mięsa lub różnych wad jakościowych. Niektóre wady jakości mięsa są bowiem determinowane głównie czynnikami genetycznymi, podczas gdy na inne wpływ mają prawie wyłącznie czynniki środowiskowe (Zał. 5, II D2.1/4). W przypadku wady jakości mięsa typu PSE przyjmuje się, że jej powstawanie jest związane z obciążeniem świń recesywnym genem wrażliwości na stres RYR1^T (Guàrdia i wsp. 2009, Cherel i wsp. 2010). Przyczyną zwiększonej podatności zwierząt na stres jest mutacja punktowa w genie receptora rianodynowego, czyli kanału wapniowego retikulum sarkoplazmatycznego. Powoduje ona występowanie u świń, pod wpływem stresu, objawów tzw. syndromu stresu (drżenie mięśni, duszności, sinica oraz podwyższona temperatura ciała). Efektem narażenia świń o genotypie TT na stres jest również pogorszona jakość mięsa. Surowiec pozyskany z tusz tuczników homozygotycznych (TT) w porównaniu z osobnikami wolnymi od genu RYR1^T cechuje m.in.: większe tempo poubojowej glikolizy, większa ilość wycieku swobodnego i jaśniejsza barwa. Szacuje się, że częstość występowania wady PSE w mięsie świń o genotypie TT wynosi nawet 75-100 % (Fisher i wsp. 2000, Dikeman 2003, Kortz i wsp. 2004). Biorąc powyższe pod uwagę w Systemie QAFP wskazano, że „warunkiem przyjęcia warchlaków do tuczu jest wykazanie, że chlewnie, z których pochodzi materiał użyty do ich produkcji są wolne od recesywnego genu RYR1^T. Podobne wymagania dotyczą firm produkujących zwierzęta hybrydowe (pkt. 3.1/4 Zeszycu)”. Spełnienie tego wymogu może w znacznym stopniu ograniczyć ryzyko występowania mięsa obciążonego wadą typu PSE. Dodatkowo w Systemie wskazano preferowane warianty krzyżowania świń pozwalające na uzyskanie mięsa wysokiej jakości. Sformułowanie tych zaleceń było m.in. wynikiem wcześniejszych badań (prowadzonych

zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora) nad wpływem rasy świń na jakość pozyskiwanego mięsa. Porównując przydatność przetwórczą mięsa świń różnych ras hodowanych w Polsce (m.in. duroc, pietrain, pbz, wbp, i linii 990) stwierdziłem, że rasa świń jest czynnikiem istotnie różnicującym wiele wyróżników jakości pozyskiwanego mięsa (Zał. 5, II D2.1/9). Wykazałem, że najlepszą jakością przetwórczą cechowało się mięso świń rasy duroc. Mięso to miało ponadto wyższą zawartość tłuszczu śródmięśniowego, co determinowało jego wyższą jakość kulinarną. Spośród mięsa porównywanych ras świń najniższą jakością technologiczną i kulinarną odznaczało się natomiast mięso świń rasy pietrain. Istotnie niższe pH₁ mięsa skutkowało jego większą jasnością i obniżoną wodochłonnością. Ponadto surowiec ten odznaczał się wysoką siłą cięcia i ściskania. Reasumując, na podstawie przeprowadzonych badań wskazałem, że poprawę jakości krajowej wieprzowiny można uzyskać poprzez powszechniejsze wykorzystanie w krzyżowaniu towarowym świń rasy duroc, a ograniczenie wykorzystania świń rasy pietrain. Prowadziłem również badania nad częstością występowania wad jakości w mięsie pozyskiwanym z różnych ras świń hodowanych w Polsce (Zał. 5, II D2.1/6). W cytowanej pracy mięso (*m. longissimus*) pozyskane ze świń różnych ras tj. duroc, pietrain, pbz, wbp, puławskiej, złotnickiej pstrej i linii 990 klasyfikowałem na grupy jakościowe (RFN, RSE, PSE, AM, DFD) na podstawie wyników pomiarów pH₁, pH₂, ilości wycieku swobodnego i jasności barwy. Stwierdziłem m.in., że w analizowanej populacji ponad 30 % mięsa było obciążone różnymi defektami, przy czym najczęściej obserwowano wadę RSE (częściowo PSE). Stwierdziłem ponadto, że najmniejsza częstość występowania defektów jakościowych jest w przypadku mięsa świń rasy duroc. Największą częstość występowania mięsa obarczonego wadą PSE stwierdziłem natomiast w mięsie pozyskanym ze świń rasy pietrain. W prowadzonych badaniach analizowałem również jakość mięsa świń ras rodzimych tj. złotnickiej pstrej i puławskiej. Stwierdziłem m.in., że mięso świń obu ras charakteryzuje się dobrą jakością kulinarną i przetwórczą (Zał. 5, II D1.1/5; D2.1/7). Charakteryzowało się ono również stosunkowo niską częstością występowania wad jakości (Zał. 5, II D2.1/6). Stwierdziłem ponadto, że mięso świń ras rodzimych charakteryzowało się nieznacznie wyższą jakością (w tym mniejszą ilością wycieku swobodnego i po obróbce termicznej oraz większą marmurkowatością), w porównaniu z mięsem świń powszechnie użytkowanej w Polsce rasy pbz (Zał. 5, II D2.1/5). Ponieważ świnię ras rodzimych charakteryzują się istotnie niższymi cechami użytkowości rzeźnej (Zał. 5, II D2.1/7), są zatem mniej wartościowym surowcem dla współczesnego przemysłu mięsnego. Ich szersze wykorzystanie jest zatem możliwe jedynie przy ich krzyżowaniu z rasami o wyższej mięsności. Podjąłem zatem badania celem określenia wpływu krzyżowania świń rasy puławskiej z powszechnie użytkowanymi w Polsce rasami pbz i wbp na cechy użytkowości rzeźnej oraz jakość technologiczną i kulinarną pozyskiwanego mięsa (Zał. 5, II D2.1/17; D2.1/24). Stwierdziłem m.in., że spośród porównywanych genotypów świń najkorzystniejszymi (dla przemysłu mięsnego) cechami odznaczały się krzyżówki puławska x pbz. Charakteryzowały się bowiem akceptowalną mięsnością a pozyskane od nich mięso cechowało się dobrą jakością (tj. prawidłowym pH₁ i pH₂, małą ilością wycieku swobodnego, dobrą zdolnością utrzymywania wody własnej i największym przyrostem masy po solankowaniu) (Zał. 5, II D2.1/24). Cechowało się również niższą twardością i uzyskiwało wyższe noty w ocenie sensorycznej smaku i kruchości niż mięso pozostałych porównywanych genotypów świń. Jednocześnie niższa zawartość tłuszczu śródmięśniowego nie wpływała na pogorszenie odczucia soczystości mięsa. Wskazuje to, że taki wariant krzyżowania towarowego może pozwolić na produkcję poszukiwanej przez konsumentów chudej wieprzowiny o wysokiej jakości kulinarnej. Biorąc pod uwagę przeprowadzone badania nad wpływem rasy świń na jakość pozyskiwanego mięsa oraz prowadzone studia literaturowe przedmiotowego zagadnienia, w Systemie QA FP, w zalecanych wariantach krzyżowania nie umieszczono ras świń,

których mięso zgodnie z obecnym stanem wiedzy cechuje się niską jakością kulinarną i przetwórczą (m.in. stwierdza się wysoką częstość występowania wady PSE), w tym m.in. rasy pietrain. Wskazano natomiast, że w krzyżowaniu towarowym można wykorzystywać rasy świń o dobrej jakości mięsa (m.in. rasę duroc, puławską): „Warchlaki przyjęte do tuczu powinny pochodzić z krzyżowania towarowego – dwurasowego ras (wbp × pbz, pbz × wbp, puławska × wbp, wbp × puławska, złotnicka biała × wbp) lub trzyrasowego ras (wbp × pbz × duroc, pbz × wbp × duroc oraz puławska × wbp × duroc, złotnicka biała × wbp × duroc). W miejsce knurów duroc mogą być używane również inne knury terminalne o znanym pochodzeniu wolne od recesywnych genów RYR1^T oraz RN⁻ (pkt. 3.1/1 Zeszytu)”.

Poza czynnikami genetycznymi istotny wpływ na występowanie mięsa obarczonego wadą PSE mają czynniki środowiskowe, w tym szczególnie dobrostan zwierząt (Van de Perre i wsp. 2010, Gajana i wsp. 2013). Narażenie świń na oddziaływanie bodźców stresowych, szczególnie bezpośrednio przed ubojem, jest uważane za czynnik zwiększający ryzyko występowania mięsa PSE, nawet w populacji świń wolnych od genu RYR1^T. Mając na uwadze duże znaczenie dobrostanu świń w kształtowaniu jakości mięsa w Zeszycie branżowym „Kulinarne mięso wieprzowe” zawarłem wiele wytycznych dotyczących tego zagadnienia. Przeanalizowałem różne czynniki, które mogą niekorzystnie oddziaływać na zwierzęta począwszy od ich skupu, poprzez załadunek na pokład środka transportowego, transport, rozładunek w zakładzie ubojowym, odpoczynek przedubojowy aż po przepęd do stanowiska oszalańniania. Wskazałem, że na każdym z tych etapów postępowanie ze zwierzętami powinno być prowadzone w sposób minimalizujący ich stres i zmęczenie. Żeby to osiągnąć niezbędne jest doświadczenie pracowników zajmujących się zwierzętami i ich świadomość wpływu dobrostanu świń na jakość mięsa. Postępowanie ze zwierzętami powinno w jak największym stopniu uwzględniać ich naturalne zachowanie i potrzeby środowiskowe. W tabeli 1 przedstawiłem ważniejsze wytyczne zawarte w Systemie QAFP, których spełnienie może zmniejszyć stres świń i tym samym pozwolić na ograniczenie częstości występowania mięsa obarczonego wadą PSE.

Tabela 1. Ważniejsze wytyczne dotyczące obrotu przedubojowego świń i przygotowania do uboju, których spełnienie może pozwolić na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wady PSE mięsa

Etap	Wytyczne związane z zachowaniem dobrostanu i ograniczeniem stresu świń	Punkt w Zeszycie branżowym
Skup świń	Skup świń powinien być prowadzony w sposób minimalizujący niekorzystny wpływ na zwierzęta , w tym szczególnie ograniczający ich stres i zmęczenie.	pkt. 3.5/2
	Organizacja skupu zwierząt, z których pozyskuje się mięso objęte przedmiotowym znakiem jakości, dopuszcza wyłącznie jednorazowy ich załadunek (w gospodarstwie hodowcy) i rozładunek (w rzeźni)	pkt. 3.5/2
Transport zwierząt – wymogi ogólne	Transport świń do rzeźni, w tym załadunek na środki transportu na terenie gospodarstwa hodowcy, oraz rozładunek na terenie rzeźni powinien być prowadzony z zachowaniem szczególnej dbałości o ich dobrostan , w sposób uwzględniający naturalne zachowanie zwierząt i minimalizujący ich pobudzenie	pkt. 4/1
Transport zwierząt – Załadunek i rozładunek zwierząt	W przegonie zwierząt nie wolno używać pałek (drewnianych lub metalowych) a stosowanie elektrycznych poganiaczy należy ograniczyć do minimum	pkt. 4.1/1
	W przegonie zwierząt niedopuszczalne jest wykonywanie czynności, które mogłyby spowodować ich ból i cierpienie w tym uderzania, stosowania niepotrzebnego nacisku, podnoszenia i ciągnięcia	pkt. 4.1/2

Tabela 1. Ważniejsze wytyczne dotyczące obrotu przedubojowego świń i przygotowania do uboju, których spełnienie może pozwolić na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wady PSE mięsa (ciąg dalszy)

Etap	Wytyczne związane z zachowaniem dobrostanu i ograniczeniem stresu świń	Punkt w Zeszycie branżowym
Transport zwierząt – Środki transportu	Transport świń do rzeźni może być prowadzony wyłącznie specjalistycznymi środkami transportu, zaopatrzonymi w odpowiednie wyposażenie do załadowywania i rozładowywania zwierząt, przegrody umożliwiające rozdzielanie grup świń, dostęp do wody	pkt. 4.2/3
	Konstrukcja i wyposażenie pojazdów powinny chronić zwierzęta przed ciężkimi warunkami meteorologicznymi i ekstremalnymi temperaturami.	pkt. 4.2/4
	Pojazdy muszą być wyposażone w system wentylacji umożliwiający utrzymanie temperatury wewnątrz pojazdu w granicach od 5 °C do 30 °C, bez względu na ruch pojazdu.	pkt. 4.2/5
Transport zwierząt – warunki transportowania zwierząt	Najpóźniej na 4 godziny przed rozpoczęciem transportu musi rozpocząć się głodówka przedubojowa świń. Łączny czas głodówki, uwzględniający okres przebywania zwierząt na terenie gospodarstwa hodowcy, transport i wypoczynek przedubojowy nie może przekroczyć 18 godzin	pkt. 4.3/1
	W trakcie transportu świń oraz ich załadunku i rozładunku do minimum należy ograniczyć ich kontakt z nieznanymi ludźmi i zwierzętami.	pkt. 4.3/2
	Transport świń do rzeźni powinien być prowadzony bez opóźnień, w sposób zaplanowany i dokumentowany.	pkt. 4.3/3
	Warunki dobrostanu zwierząt w trakcie transportu do rzeźni powinny być kontrolowane przez posiadających udokumentowane przeszkolenie kierowców.	pkt. 4.3/4
	Na powierzchnię pojazdów transportowych zaleca się aby zwierzęta były ładowane w pierwotnych grupach technologicznych.	pkt. 4.3/5
	W trakcie transportu świń należy zachować odpowiednią gęstość załadunku taką, aby wszystkie zwierzęta miały możliwość przebywania w naturalnej pozycji leżącej i stojącej, niedopuszczalne jest przepelnianie środków transportu.	pkt. 4.3/6
	Po dostarczeniu zwierząt na teren rzeźni powinny być one niezwłocznie wyładowane przy użyciu odpowiedniego sprzętu i urządzeń do wyładunku. Okres od dostarczenia zwierząt na teren rzeźni do ich wyładunku nie może przekroczyć 30 minut.	pkt. 4.3/7
Uboj - postanowienia ogólne	Wszystkie czynności związane z ubojem powinny być przeprowadzane z zapewnieniem należytej ochrony zwierząt przed nadmiernym stresem, bólem, cierpieniem i pobudzeniem.	pkt. 5/2
	Uboj świń może być prowadzony wyłącznie przez osoby przeszkolone w tym zakresie i posiadające, co najmniej trzymiesięczną praktykę na stanowisku ubojowym, odbytą pod stałym nadzorem osoby z udokumentowanym 3 letnim stażem pracy na takim stanowisku.	pkt. 5/3
	Czas wykonania czynności uboju i obróbki poubojowej powinien być jak najkrótszy , i nie przekraczać 35 minut.	pkt. 5/4

Tabela 1. Ważniejsze wytyczne dotyczące obrotu przedubojowego świń i przygotowania do uboju, których spełnienie może pozwolić na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wady PSE mięsa (ciąg dalszy)

Etap	Wytyczne związane z zachowaniem dobrostanu i ograniczeniem stresu świń	Punkt w Zeszycie branżowym
Ubój - przetrzymanie zwierząt przed ubojem	Po zakończonym transporcie i rozładunku zwierzęta muszą być wprowadzone do magazynów przedubojowych celem odpoczynku i zmniejszenia ich pobudzenia . Wypoczynek powinien trwać 4 godziny, a w przypadku transportu zwierząt na odległość ponad 100 km oraz w warunkach temperatury przekraczającej 30 °C, 6 godzin. Niedopuszczalny jest ubój zwierząt bezpośrednio po ich transporcie, tj. z pominięciem wypoczynku.	pkt. 5.1/1
	Osoby zajmujące się zwierzętami na terenie rzeźni muszą być przeszkolone i posiadać udokumentowany, minimum miesięczny staż pracy w rzeźni pod stałym nadzorem osoby posiadającej udokumentowany 3 letni staż pracy przy przemieszczaniu i przetrzymywaniu zwierząt.	pkt. 5.1/2
	W magazynach przedubojowych musi być zapewniona właściwa wentylacja a temperatura i wilgotności powietrza powinna być utrzymywana na właściwym poziomie , kontrolowania i dokumentowana. Jako optymalne warunki magazynowania przedubojowego dla świń przyjmuje się temperaturę 15 - 18 °C, wilgotność 60 - 68 %.	pkt. 5.1/4
	Konstrukcja zagród (kojców) w magazynie przedubojowym powinna umożliwiać swobodne poruszanie się zwierząt i swobodny ich dostęp do poideł . Powierzchnie podłogowe powinny ograniczać niebezpieczeństwo poślizgu zwierząt i umożliwiać utrzymanie higieny.	pkt. 5.1/5
	Wielkość zagród w magazynie przedubojowym powinna być ograniczona do 50 zwierząt (Niedopuszczalne jest przetrzymywanie w zagrodzie większej liczby zwierząt). Zaleca się przetrzymywanie zwierząt w pierwotnych grupach technologicznych	pkt. 5.1/7
Ubój - przemieszczanie świń do stanowiska ubojowego (miejsca uboju)	Przemieszczanie świń do stanowiska ubojowego (miejsca uboju) powinno być prowadzone z zachowaniem szczególnej dbałości o dobrostan, w sposób możliwie najmniej męczący i zabezpieczający przed nadmiernym podnieceniem i stresem	pkt. 5.2/1
	Interwencja pracowników w trakcie przemieszczania zwierząt do korytarza prowadzącego do stanowiska ogłuszania powinna być ograniczona do minimum . Zaleca się stosowanie systemu mechanicznie przesuwanych przegród.	pkt. 5.2/2
	Konstrukcja korytarzy przepędowych do stanowiska ogłuszania powinna zapewniać warunki podobne do przepędu stada. Zwierzęta muszą mieć możliwość widzenia i odczuwania bliskości sąsiedniego zwierzęcia . Ściany powinny mieć budowę ażurową. Zaleca się stosowanie zapadek uniemożliwiających cofanie się pojedynczych zwierząt. Pomieszczenia powinny być zaciemnione a światło powinno znajdować się w końcowym odcinku korytarza przepędowego, korytarze powinny mieć niewielkie pochylenie „pod górę”.	pkt. 5.2/4

Poza czynnikami przedubojowymi istotny wpływ na powstawanie mięsa PSE może mieć postępowanie z ciałami zwierząt (po oszołomieniu) a następnie z tuszami (po wytrzewianiu). Wśród czynników poubojowych mogących sprzyjać wystąpieniu wady PSE można wymienić prawidłowość wykrwawiania. Szybkie rozpoczęcie procesu wykrwawiania ogranicza bowiem rozprzestrzenianie po organizmie zwierząt hormonu stresu stymulującego procesy glikolizy.

W kolejnych etapach obróbki poubojowej należy zwrócić szczególną uwagę na procesy, w których mogłoby dojść do podniesienia temperatury tuszy (np. oparzenie, opalenie). Podniesienie temperatury mięsa, przy szybkim obniżaniu pH mięsa jest bowiem czynnikiem sprzyjającym denaturacji białek mięśniowych i w efekcie powodującym pogorszenie jakości mięsa. Z tych również powodów, w przypadku gwałtownej poubojowej glikolizy krytycznym czynnikiem ograniczającym powstawanie wady PSE jest szybkie wychłodzenie tuszy. Proces obróbki poubojowej należy zatem prowadzić w jak najszybszym tempie, a wychładzanie prowadzić systemem dwustopniowym. Może to pozwolić na znaczne ograniczenie ryzyka powstawania wady PSE. W tabeli 2 przedstawiłem ważniejsze wytyczne zawarte w Systemie QAFP odnoszące się do obróbki poubojowej i wychładzania tusz, których spełnienie może zmniejszyć częstość występowania mięsa obarczonego wadą PSE.

Tabela 2. Ważniejsze wytyczne dotyczące obróbki poubojowej i wychładzania tusz, których spełnienie może pozwolić na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wady PSE mięsa

Etap	Wytyczne	Punkt w Zeszycie branżowym
Wykrwawianie	Natychmiast po ogłuszeniu należy przeprowadzić kłucie i rozpocząć wykrwawianie świń tak, aby efekt ogłuszenia został przedłużony utratą świadomości w wyniku upływu krwi. Czas pomiędzy ogłuszeniem świń i kłuciem powinien być jak najkrótszy. W przypadku świń wykrwawianych w pozycji leżącej okres pomiędzy ogłuszeniem a kłuciem nie może być dłuższy niż 10 sekund, a przy wykrwawianiu na wisząco 20 sekund.	pkt. 5.4/1
Oparzenie	Oparzenie powierzchni skóry ciała świń należy rozpocząć niezwłocznie po zakończeniu wykrwawiania, nie później niż w ciągu 1 minuty	pkt. 5.5/1
Odszczecinianie, opalenie i zeskrobywanie naskórka	W trakcie odszczeciniania i zeskrobywania naskórka należy stosować natrysk wody o temperaturze nieprzekraczającej 36 °C .	pkt. 5.6/2
	Po zakończeniu opalania tusze powinny być niezwłocznie skierowane pod natrysk zimnej wody celem schłodzenia , a następnie do zestawów urządzeń zeskrobujących spaloną warstwę skóry.	pkt. 5.6/4
Wychładzanie poubojowe	Niezwłocznie po badaniu poubojowym mięso musi być schłodzone do temperatury poniżej 7 °C . Parametry powietrza w komorach wychładzania, pozwalające na szybkie osiągnięcie zakładanych temperatur, muszą być sformalizowane a przestrzeganie określonych zakresów musi być monitorowane. Rozpoczęcie wychładzania tusz musi nastąpić nie później niż 10 minut od zakończenia obróbki poubojowej.	pkt. 5.12/1
	Tusze w komorach chłodniczych muszą być podwieszane w odstępach umożliwiającym swobodny przepływ chłodzącego powietrza , czyli minimum 10 cm pomiędzy szynkami.	pkt. 5.12/3
	Dla zapewnienia wysokiej jakości pozyskiwanego mięsa kulinarnego zaleca się stosować wychładzanie poubojowe tusz metodą dwustopniową	pkt. 5.12/4

4.3.2.2. Opracowanie systemu rozwiązań pozwalających na ograniczenie ryzyka wprowadzenia do obrotu handlowego mięsa obciążonego wadą PSE poprzez jego efektywne wyselekcjonowanie w toku produkcyjnym (O1, O2)

4.3.2.2.a Metody selekcji mięsa obciążonego wadą PSE przedstawione w Systemie QAFP (O1)

Jak wykazałem we wcześniejszych rozdziałach Autoreferatu kształtowanie jakości mięsa jest zagadnieniem złożonym. Na końcową jakość mięsa wpływa bowiem wiele czynników przed i poubojowych (Rosenvold i Andersen 2003, Zał. 5, II D1.1/8). W efekcie praktycznie nie jest możliwe uzyskanie pewności, że produkowane mięso będzie w pełni wolne od wad jakościowych. Znalazło to również odzwierciedlenie w Zeszycie branżowym „Kulinarne mięso wieprzowe” w formie zapisu: „Specyfika produkcji mięsa wieprzowego sprawia, że w praktyce możliwe jest jedynie zminimalizowanie ryzyka wystąpienia wad jakości mięsa. Niebezpieczeństwo wystąpienia mięsa obciążonego wadami jakości, nawet przy spełnieniu wszystkich zaleceń Systemu, wynika z wpływu na przebieg poubojowej glikolizy w tkance mięśniowej, i tym samym na jakość mięsa, nieprzewidywalnych, osobniczych interakcji genotyp – środowisko”. Oznacza to, że skuteczny system zapewniający wysoką jakość mięsa, poza wskazaniem jak ograniczyć występowanie różnych wad jakościowych, musi uwzględniać skuteczne metody diagnostyki jakości mięsa. Ich celem w Systemie jest zagwarantowanie, że mięso obciążone wadami jakościowymi, w tym np. wadą PSE, nawet jeżeli powstanie, nie zostanie wprowadzone do obrotu handlowego jako mięso kulinarne. Zapisy, jakie przedstawiłem w Systemie QAFP, w zakresie diagnostyki jakości mięsa odnoszą się do możliwości wysortowania mięsa obciążonego różnymi wadami jakości, zarówno kulinarnej, jak i przetwórczej. W Autoreferacie omawiam wyłącznie te zabezpieczenia, które pozwalają na wyselekcjonowanie mięsa obciążonego wadą PSE.

Kontrola jakości mięsa w zakresie występowania wady PSE może być prowadzona różnymi metodami. Mogą one bazować na pomiarach cech związanych z mechanizmem powstawania wady PSE (głównie wynikających z przyspieszonej poubojowej glikogenolizy) lub na ocenie efektów tych niekorzystnych przemian. W pierwszej grupie metod największe praktyczne zastosowanie znalazły metody klasyfikacji na podstawie pomiaru wartości pH. Wykrycie mięsa obciążonego wadą PSE polega w tym przypadku na wykonaniu pomiaru pH dwukrotnie. Pierwszy pomiar przeprowadza się po 45 minutach od uboju (pH_1) i wskazuje on na tempo poubojowej glikogenolizy. W przypadku dużego tempa poubojowej glikogenolizy, prowadzącego do powstawania wady PSE, pH przyjmuje wartości poniżej 5,8 (Pospiech 2000). Celem zwiększenia skuteczności wysortowania mięsa o obniżonej jakości w systemie umieszczono bardziej zaostrzone kryterium (tj. $pH_1 < 6,1$). Drugi pomiar pH wykonuje się najczęściej po 24 godzinach od uboju, a wartość kryterialna w przypadku mięsa PSE wynosi $pH_2 < 5,5$ (Pospiech 2000). Diagnostyka wad jakości mięsa w oparciu o pomiary pH jest metodą precyzyjną i skuteczną. Jak wynika z moich wieloletnich obserwacji pomiar pH jest jednak trudny do wykonania w warunkach przemysłowych. Istnieje bowiem wiele czynników technicznych, które muszą być uwzględnione żeby pomiar pH był miarodajny (zagadnieniem tym zajmowałem się m.in. w ramach projektu dotyczącego opracowania procedury pomiarowej i instrukcji roboczej kontroli pH mięsa kurcząt uzyskanego z wielkoprzemysłowej produkcji (Zał. 5, III F1/2)). W efekcie w systemie zaproponowano również inną metodą selekcji jakościowej mięsa, łatwiejszą do przeprowadzenia w warunkach przemysłowych tj. metodę w oparciu o pomiar przewodności elektrycznej. Dla mięsa PSE wartością kryterialną jest

najczęściej $PE > 8$ mS/cm. Przedstawione pomiary wykonywane są w tuszy, w mięśniu najdłuższym (*m. longissimus*), na wysokości ostatniego kręgu piersiowego. Mięsień najdłuższy jest bowiem uważany za mięsień reprezentatywny dla całej tuszy, co oznacza, że jeżeli wada PSE jest w nim stwierdzana, z dużym prawdopodobieństwem będzie również stwierdzana w innych mięśniach tuszy podatnych na występowanie tego defektu (np. mięśni szynki). Żeby zwiększyć pewność klasyfikacji mięsa i tym samym nie dopuścić do wprowadzenia do handlu mięsa obciążonego wadami jakości (np. wadą PSE) w Systemie zaproponowałem również dodatkową metodę polegającą na ocenie jakości mięsa przez wyszkolonego klasyfikatora. Klasyfikacja prowadzona przez pracownika zakładu mięsnego opiera się na identyfikacji cech charakterystycznych dla poszczególnych wad jakości mięsa. W przypadku wady PSE są to bardzo jasna barwa, nieprawidłowa „rozwarstwiająca się” struktura mięsa i zwiększony wyciek swobodny. Pomocą w przeprowadzeniu klasyfikacji są wzorce: w przypadku mięśnia najdłuższego – wzorec jasności barwy a w przypadku mięśni szynki – wzorec wyglądu mięsa PSE (Wzorzec: Pork Quality Standards, National Pork Board 1999). Jednocześnie w Systemie wskazałem, że celowe jest opracowanie krajowych wzorców pozwalających na klasyfikację jakościową dla wszystkich elementów kulinarnych i ich stosowanie. W tabeli 3 przedstawiłem metody oceny jakości mięsa i wartości kryterialne dla mięsa dobrej jakości. Ich spełnienie gwarantuje brak obecności wad jakości mięsa, w tym wady PSE.

Tabela 3. Metody oceny jakości mięsa i wartości kryterialne dla mięsa dobrej jakości, których spełnienie gwarantuje brak obecności wad jakości mięsa, w tym wady PSE

Metoda i warunki pomiaru	Warunki brzegowe dla mięsa dobrej jakości	Punkt w Zeszycie branżowym
<p>pomiar wartości pH mięśnia najdłuższego (<i>m. longissimus</i>) wykonywany w 45 minut po uboju świń (pH₁), poprzez wbicie wykalibrowanej elektrody pH-metrycznej w mięsień na wysokości ostatniego kręgu piersiowego</p>	pH ₁ ≥ 6,1	pkt. 5.14/3a; pkt. 5.14/4
<p>pomiar wartości pH mięśnia najdłuższego (<i>m. longissimus</i>) wykonywany w 24 godziny po uboju świń (pH₂), poprzez wbicie wykalibrowanej elektrody pH-metrycznej w mięsień na wysokości ostatniego kręgu piersiowego</p>	pH ₂ 5,5 – 5,7	pkt. 5.14/3b; pkt. 5.14/4
<p>pomiar przewodności elektrycznej mierzonej po 180 minutach (EC180) po uboju świń</p>	PE 4,5-8 (mS/cm)	pkt. 5.14/4
<p>klasyfikacja jasności barwy wizualnie, metodą porównania z wzorcami - dla schabu i mięśni szynki (Wzorzec: Pork Quality Standards, National Pork Board 1999)</p>	<p>schab może być objęty przedmiotowym znakiem jakości, gdy jego jasność oceniona wizualnie na podstawie porównania z wzorcem zawarta jest w zakresie 3.0-4.0</p>	pkt. 5.14/3c; pkt. 5.14/4a
	<p>szynka może być objęta przedmiotowym znakiem jakości, gdy jej jasność oceniana wizualnie na podstawie porównania z wzorcem nie wskazuje na wystąpienie wad jakości mięsa typu PSE i DFD</p>	pkt. 5.14/3c; pkt. 5.14/4b

4.3.2.2.b Badania nad innowacyjnymi metodami selekcji mięsa obarczonego wadą PSE (O2)

Wymienione powyżej metody oceny jakości mięsa oparte na ocenie sensorycznej oraz pomiarach pH i PE pozwalają na skuteczną jego klasyfikację i w efekcie wydzielenie mięsa obarczonego wadą PSE z partii produkcyjnej. Należy mieć jednak świadomość, że metody te mają pewne wady utrudniające ich wprowadzenie do przemysłu, szczególnie przy dużej skali produkcji. Metody oparte na pomiarach pH i przewodności elektrycznej są bowiem metodami inwazyjnymi i wymagają kontaktu przyrządu pomiarowego z badanym materiałem. Metody oparte na ocenie sensorycznej wykonywanej przez klasyfikatora mogą być natomiast obciążone błędem wynikającym z subiektywizmu klasyfikatora. Mając powyższe na uwadze od wielu lat, zarówno przed uzyskaniem stopnia doktora, jak i w późniejszej pracy naukowej, poszukuję innych, skutecznych metod pozwalających na klasyfikację mięsa w warunkach produkcyjnych. Prowadzone przeze mnie badania w tym zakresie koncentrowały się głównie na możliwości wykorzystania w klasyfikacji mięsa technik wizyjnych (ang. CVS – computer vision system). Początkowo prowadzone przeze mnie badania dotyczyły diagnostyki jakości mięsa drobiowego (Zał. 5, II E1, D1.1/1, D1.1/6), w późniejszym okresie również misa wieprzowego (Zał. 5, II D1.1/2, D1.1/3) i wołowego (Zał. 5, II A2/1, D2.1/38, D2.2/5).

Komputerowe systemy wizyjne (CVS) są coraz powszechniej wykorzystywane w przemyśle mięsnym. Służą one głównie do określenia klasy handlowej tusz dużych zwierząt rzeźnych w skali EUROP (Fortin i wsp. 2003, Steiner i wsp. 2003, Branschied i wsp. 2004, Pabiou i wsp. 2011). Systemy oparte na analizie obrazu znalazły ponadto zastosowanie do określania masy, wykrywania złamań, stłuczeń i przebarwień na skórze tuszek kurcząt oraz indyków (Chao i wsp. 2000, Mollah i wsp. 2010). W sferze badań jest natomiast możliwość wykorzystania CVS do oceny jakości mięsa. Potencjalna możliwość aplikacji tej metody wynika z istnienia istotnych współzależności pomiędzy barwą mięsa a wieloma wyróżnikami jego jakości. Najczęściej wskazuje się na współzależności pomiędzy barwą mięsa, a takimi wyróżnikami jakości jak pH i wodochłonność (Dżinić i wsp. 2009, Van de Perre i wsp. 2010). Mięso o niższym pH (np. w wyniku obciążenia wadą PSE) jest jaśniejsze, podczas gdy mięso o wyższym pH (np. w wyniku obciążenia wadą DFD) jest ciemniejsze od mięsa dobrej jakości (Brewer i wsp. 2001, Mancini i Hunt 2005, Von Seggern i wsp. 2005, Brewer i wsp. 2006, Warris i wsp. 2006, Adzitey i Nurul 2011). Należy podkreślić, że jaśniejsza barwa mięsa obciążonego wadą PSE, w porównaniu z mięsem normalnym (RFN), nie jest jednak wynikiem różnic w zawartości w nim barwników hemowych, lecz jest wynikiem zmian denaturacyjnych zachodzących w tkance mięśniowej w wyniku szybkiego obniżania pH po uboju świń i w efekcie zwiększonego odbijania światła od powierzchni mięsa (Warris i wsp. 2006, Chen i wsp. 2010, Faucitano i wsp. 2010, Di Luca i wsp. 2011). Na istnienie istotnych współzależności pomiędzy parametrami barwy mięsa wieprzowego wyznaczonymi metodą CVS a wyróżnikami jego jakości wskazują również prowadzone przeze mnie (przed uzyskaniem stopnia doktora) badania nad wykorzystaniem technik wizyjnych w ocenie jakości mięsa wieprzowego (*m. longissimus*) (Zał. 5, II D1.1/2, D1.1/3). Stwierdziłem w nich, że istnieją istotne korelacje pomiędzy parametrem barwy G wyznaczonym metodą komputerowej analizy obrazu w modelu RGB (ang. red, green, blue) a pH mięsa oraz parametrami G i B a zdolnością utrzymywania wody własnej. Mięso o wyższym pH i lepszej zdolności utrzymywania wody własnej cechowało się niższymi wartościami parametrów barwy G i B wyznaczonymi metodą CVS. Jednocześnie stwierdziłem, że wyznaczone wartości współczynników korelacji były jednak mniejsze niż przy zastosowaniu w klasyfikacji innych metod pomiaru barwy (tj. z wykorzystaniem skali CIEL*a*b*, aparaty Minolta CR-200

i Minolta CM-2600) (Zał. 5, II D1.1/3). Wskazuje to, że w przypadku mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*) CVS może mieć zastosowanie głównie do wykrywania wyraźnie zaznaczonych wad jakości mięsa (np. mięsa PSE tj. o bardzo jasnej barwie). Mniejszą przydatność będzie miała natomiast w diagnostyce innych wad jakości mięsa tj. w przypadku których zmiany barwy mięsa nie są tak wyraźne (np. AM, RSE).

Moje doświadczenie w zakresie wykorzystania technik wizyjnych w diagnostyce jakości mięsa zostało wykorzystane w projekcie, którego byłem wykonawcą (Zał. 5, II I3). Jednym z zagadnień, którymi zajmowałem się w ramach projektu była **ocena możliwości wykorzystania komputerowej analizy obrazu jako szybkiej metody wykrywania wady PSE w mięśni szynki (*m. semimembranosus*) (O2)**. Mięsień ten jest bowiem, obok mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*), dwugłowego uda (*m. biceps femoris*), m. czworogłowego uda (*m. quadriceps femoris*), półścięgniowego (*m. semitendinosus*) i pośladkowego średniego (*m. gluteus medius*) najczęściej obciążony wadą PSE (Bowker i wsp. 2000, Laville i wsp. 2005, Fischer 2007). Mięśnie te z uwagi na ich charakterystykę i wartość handlową są wykorzystywane głównie do produkcji mięsa kulinarnego i wysokogatunkowych przetworów mięsnych. Dlatego ważna jest wiarygodna ocena ich jakości. Prawidłowe podejmowanie decyzji o kierunku zagospodarowania takiego mięsa może pozwolić na ograniczenie strat i racjonalne wykorzystanie surowca, a przez to wytworzenie przetworów mięsnych o wysokiej akceptowalności konsumenckiej.

Materiał do opisywanych badań stanowiło 100 wieprzowych mięśni półbłoniastych (*m. semimembranosus*). Klasyfikacja surowca na mięso normalne (RFN) oraz obciążone wadą PSE prowadzona była po 24 godzinach od uboju świń. Jako mięso obciążone wadą wodnistości (mięso PSE) klasyfikowano surowiec o $\text{pH} \leq 5,5$, natomiast jako mięso normalne (RFN) surowiec o $\text{pH} > 5,5$. Dla każdej próbki mięsa oznaczano barwę przy użyciu komputerowych systemów wizyjnych (CVS) oraz w skali $\text{CIEL}^*a^*b^*$. Wykorzystując składowe L^* , a^* , b^* obliczono również bezwzględną różnicę barw ΔE między barwą mięsa normalnego (RFN) a obciążonego wadą PSE. Ocena jakości mięsa obejmowała oznaczenie ilości wycieku swobodnego, oznaczenie zawartości barwników hemowych ogółem, zdolności utrzymywania wody własnej oraz ilości wycieku po obróbce termicznej.

Przed pomiarem próbki pozostawiano na 20 minut (w 8 °C) celem rozwinięcia barwy (tzw. blooming time). Zdjęcia próbek mięsa wykonywano aparatem cyfrowym CANON EOS 350 D przy użyciu makro obiektywu (EF-S, 60 mm), na czarnym tle, w standardowych warunkach oświetleniowych (szczegółowy opis stanowiska przedstawiłem w artykule O2). Zdjęcia zapisywano jako obrazy w formacie RAW. Następnie korygowano balans bieli i wybierano profil barwy/koloru (Adobe RGB) przy użyciu Canon ZoomBrowser EX 5.6 (version 5.6.0.27; Canon). Pozyskane zdjęcia próbek mięsa poddano analizie z wykorzystaniem programu IMAGE ANALYZER. Z wykonanych fotografii uzyskiwano informacje o barwie oraz jasności poszczególnych pikseli obrazu plastrów mięsa. Program wyliczył średnie wartości składowych barwy dla zdjęć plastrów mięsa dla modelu RGB (ang. red, green, blue), HSV (hue, saturation, value) i HSL (ang. hue, saturation, lightness). Do analizy wykorzystano składowe barwy związane z jasnością badanych obrazów, czyli składowe R, G, B z modelu RGB oraz V i L (odpowiednio z modeli HSV i HSL). W modelu RGB zmiana jasności obrazu jest wynikiem jednoczesnej, proporcjonalnej zmiany wszystkich trzech wartości R, G i B. Natomiast składowe V i L są parametrami liniowo związanymi z jasnością obrazu. Zmiana tych wartości oznacza zmianę jasności obrazu (Zał. 5, II A2/1).

W badaniach analizowałem, czy składowe barwy oznaczone metodą komputerowych systemów wizyjnych (CVS) mogą zostać wykorzystane do klasyfikacji mięsa na mięso dobrej jakości (RFN) oraz na obciążone wadą PSE. Analizując zdjęcia próbek mięsa z wykorzystaniem

modelu RGB stwierdziłem, że mięso zaklasyfikowane jako PSE charakteryzowało się istotnie wyższymi wartościami składowych R, G, B w porównaniu z mięsem zaklasyfikowanym jako normalne. Wyższe wartości wszystkich składowych barwy modelu RGB mięsa PSE niż RFN wskazują pośrednio, że barwa mięsa zaklasyfikowanego jako PSE była jaśniejsza od barwy mięsa zaklasyfikowanego jako normalne. W przypadku analizy zdjęć przy wykorzystaniu składowych HSV oraz HSL zaobserwowałem, że mięso obarczone wadą PSE charakteryzowało się istotnie wyższymi wartościami składowych V oraz L (a zatem wyższą jasnością) w porównaniu z wartościami tych składowych wyznaczonymi dla mięsa RFN. Podobne różnice zaobserwowałem również w przypadku jasności barwy oznaczonej w skali CIEL*a*b*. Mięso zaklasyfikowane jako PSE charakteryzowało się istotnie wyższą wartością składowej barwy L*, a więc wyższą jasnością w porównaniu z mięsem zaklasyfikowanym jako normalne (RFN). Różnice te nie zostały natomiast potwierdzone wartościami bezwzględnej różnicy barw (ΔE). Bezwzględna różnica barw (ΔE) pomiędzy barwą mięsa normalnego a obarczonego wadą PSE wynosiła 2, co wskazuje, że barwa mięsa zaklasyfikowanego jako obarczone wadą PSE była zbliżona do barwy mięsa RFN. Na uzyskany wynik prawdopodobnie duży wpływ miał rozrzut wyników oraz nakładanie się zakresów wartości składowych barwy dla badanych grup jakości mięsa (tj. PSE i RFN). Zróżnicowanie to miało również wpływ na uzyskanie stosunkowo niskich współczynników korelacji pomiędzy składowymi barwy oznaczonymi metodą CVS a pH mięsa. Kształtowały się one w zakresie od -0,39 do -0,44. Dla porównania według danych literaturowych współczynniki korelacji pomiędzy jasnością barwy a pH mięsa kształtują się na poziomie $r = -0,71$, a nawet $r = -0,84$ (Van Laack i Kauffman 1999, Van Oeckel i wsp. 1999, Norman i wsp. 2004, Brewer i wsp. 2006, Chen i wsp. 2010, Van de Perre i wsp. 2010).

Podsumowując, pomimo stwierdzanych istotnych różnic w jasności barwy określonej metodą CVS mięsa obarczonego wadą PSE w porównaniu z mięsem normalnym uzyskane wyniki wskazują na ograniczone możliwości zastosowania CVS do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego pozyskanego z *m. semimembranosus*. Wyznaczone współczynniki korelacji i determinacji pomiędzy składowymi barwy charakteryzującymi jasność a pH mięsa kształtowały się bowiem na niskim poziomie. Jest to prawdopodobnie wynikiem specyficznej, nietypowej, niejednorodnej barwy przekroju mięśnia *semimembranosus*, co przekładało się na trudności w prawidłowej analizie barwy przez system komputerowy. W przypadku diagnostyki mięsa *m. semimembranosus* pod kątem występowania wady PSE należy zatem stosować dodatkowo inne metody badawcze. Jednocześnie stwierdzana specyfika mięsa *m. semimembranosus* powinna być uwzględniana w zakładach mięsnych w jego klasyfikacji i podejmowaniu decyzji o zagospodarowaniu kulinarnym lub przetwórczym.

4.3.2.3. Badania nad możliwościami racjonalnego zagospodarowania przetwórczego mięsa obarczonego wadą PSE (O3, O4, O5, O6, O7)

Jak wykazałem we wcześniejszych rozdziałach Autoreferatu mięso obarczone wadą PSE nie może zostać przekazane do produkcji porcji kulinarnych w uwagi na pogorszoną jakość sensoryczną tj. zbyt jasną barwę, nieprawidłową, rozwarstwiającą się strukturę oraz obfity wyciek soku mięśniowego (Offer 1991, Bowker i wsp. 2000, Binke 2004). Musi zatem zostać zagospodarowane przetwórczo. Niestety surowiec ten odznacza się również obniżoną przydatnością przetwórczą, w tym m.in. pogorszoną zdolnością wiązania wody własnej i dodanej w procesie przetwórczym, zwiększoną ilością wycieku po obróbce termicznej, pogorszoną zdolnością emulgowania tłuszczu i żelowania oraz nieprawidłową strukturą (Kuo

i Chu 2003, O'Neil i wsp. 2003). Wykorzystanie takiego mięsa w przetwórstwie może mieć zatem niekorzystny wpływ na jakość produkowanych wyrobów.

Problem wpływu obarczenia mięsa wadą PSE na jakość przetworów mięsnych jest szczególnie zauważalny w przypadku wyrobów całomięśniowych, w tym m.in. wędzonek parzonych. Zastosowanie mięsa PSE w produkcji takich wyrobów, poza obniżeniem wydajności technologicznej, może prowadzić do powstania licznych defektów jakościowych takich jak puste przestrzenie, pory i rysy na przekroju. Duże zastrzeżenia dotyczą również konsystencji wyrobów z mięsa wodniste. Przy przetwarzaniu mięsa o wyraźnych oznakach wodnistości konsystencja wędzonek z nich wytworzonych może być tak miękka, że sprawiać wrażenie jakby wędzonka była niewłaściwie sparzona. Pojawiają się dodatkowo cechy łykowatości, wyroby mają niższą soczystość i smakowitość. Ponadto mięso wodniste cechuje się zbyt jasną barwą, co powoduje, że uzyskanie intensywnej, jednolitej, czerwonej barwy wędzonek nie jest możliwe nawet przy dodatku substancji wspomagających peklowanie (Jankiewicz i Słowiński 1999; O'Neil i wsp. 2003). Występowanie mięsa PSE może być również problemem w przypadku produkcji wędlin surowych dojrzewających (Bañón i wsp. 1998). Zbyt niska wodochłonność mięsa wykorzystywanego do produkcji wędlin surowych może bowiem prowadzić do nadmiernego wyparowania i dyfuzji wody, i w efekcie powstawania wielu wad jakościowych. Ponadto charakterystyczna dla mięsa PSE zbyt jasna barwa uniemożliwia uzyskanie odpowiednio ciemnej i trwałej barwy gotowych wyrobów. Przy produkcji szynek surowych obarczenie surowca wadą wodnistości może również prowadzić do wyższych strat przy obsuszaniu, większego efektu skurczu, miękkiej, pastowanej struktury wewnętrznej i odchyłeń smakowych (Rejchert 1997). Mięso obarczone wadą PSE nie nadaje się również do produkcji kielbas parzonych, z uwagi na duże ubytki powstające w trakcie obróbki termicznej. Przy wytwarzaniu farszu na kielbasy parzone następuje jednak mieszanie mięsa pochodzącego z wielu zwierząt bądź z różnych elementów tuszy, zatem prawdopodobieństwo, że w produkcji kielbas parzonych dojdzie do pogorszenia jakości produktów wskutek obecności mięsa PSE jest niewielkie. Należy mieć jednak na uwadze, że problem występowania mięsa wodniste dotyczy głównie takich elementów tuszy, jak mięsień najdłuższy czy mięśnie szynki, czyli surowców o zbyt dużej wartości handlowej żeby ich przeznaczanie do produkcji kielbas parzonych było zasadne ekonomicznie.

Przedstawione powyżej informacje wskazują, że zagospodarowanie przetwórcze mięsa obarczonego wadą PSE stanowi duży, i wciąż nie w pełni rozwiązany problem. Mając powyższe na uwadze w mojej pracy naukowej prowadziłem badania nad możliwościami racjonalnego zagospodarowania przetwórczego mięsa obarczonego wadą PSE. Badania te obejmowały kilka obszarów tematycznych, w tym m.in. ocenę wpływu surowca z objawami wystąpienia defektu PSE na wybrane wyróżniki jakości modelowych układów mięsnych oraz ocenę wpływu technologii wytwarzania i wybranych dodatków technologicznych na wybrane właściwości modelowych układów mięsnych wytworzonych z mięsa PSE.

4.3.2.3.a Badania nad wpływem surowca mięsnego o zróżnicowanej jakości na wybrane wyróżniki jakości modelowych produktów mięsnych (O3)

Istotnym czynnikiem decydującym o jakości przetworów mięsnych jest standaryzacja surowca. Zestawienie wyrównanej szarży produkcyjnej jest szczególnie trudne w produkcji szynek parzonych. Do ich wytwarzania wykorzystuje się bowiem mięśnie pozyskane z rozbioru i wykrawania szynki, często znacznie różniące się jakością (Jankiewicz i Słowiński 1999). Jak wynika z moich obserwacji naukowych (opisanych m.in. w rozdziale 4.3.2.2.b Autoreferatu) oraz kontaktów z pracownikami przemysłu mięsnego, szczególnym problemem w przetwórstwie jest

niestandardowość mięśnia półbłoniastego (*m. semimembranosus*). W mięśniu tym dość często stwierdzane jest bowiem znaczne zróżnicowanie w barwie. Dlatego podjąłem badania, których celem było określenie zróżnicowania jakościowego mięśnia półbłoniastego oraz określenie czy obszary o jasnej barwie występujące w tym mięśniu są obszarami wstępowania defektu wodnistości i czy mają one wpływ na jakość produkowanych wyrobów. Warto bowiem podkreślić, że wada PSE nie musi występować w całym mięśniu, może być bowiem obserwowana wyłącznie punktowo. Produkcja dobrej jakości przetworów mięsnych z takiego surowca może wymagać jego specjalnej klasyfikacji i oddzielenia fragmentów mięśni obarczonych defektami barwy, struktury i wodochłonności.

Materiał do opisywanych badań stanowiły mięśnie półbłoniaste wykrawane z tusz po około 48 h od uboju świń. Każdy mięsień dzielono na trzy części (schemat podziału przedstawiono w artykule O3). Po podziale dokonywano charakterystyki wybranych wyróżników jakości próbek mięsa, tj.: pH, przewodności elektrycznej, składowych barwy L*, a*, b* i ilości wycieku swobodnego. Z pobranych próbek mięsa produkowano modelowe szynki parzone zgodnie z opisem przedstawionym w artykule O3. W eksperymencie określano wielkości ubytków masy w trakcie parzenia, parametry tekstury szynki, składowe barwy i zawartość podstawowych składników chemicznych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że mięsień półbłoniasty nie jest jednolity pod względem barwy. Istotnie statystycznie różnice między poszczególnymi częściami mięśnia stwierdziłem w wartościach średnich składowych barwy L* oraz a*. Stwierdziłem, że jedna część mięśnia (tj. część I) odznaczała się istotnie mniejszą wartością składowej barwy L* oraz większą wartością składowej barwy a* niż pozostałe części (tj. części II i III). Badania nad zróżnicowaniem jakościowym w obrębie jednego mięśnia prowadzili również Van Oeckel i Warnants (2003), analizując mięsień *longissimus*. Autorzy stwierdzili istotne różnice między różnymi częściami mięśnia w wartościach składowej barwy a* a brak różnic w wartościach składowej barwy b*.

Na kształtowanie barwy mięsa wpływ ma wiele czynników, w tym m.in. jego pH. O istotnym wpływie pH na zróżnicowanie barwy mięśnia półbłoniastego może świadczyć stwierdzona w opisywanych badaniach (O3) istotna statystycznie współzależność między pH mięsa a wartością składowej barwy L* ($r = -0,67$, $R^2 = 45,3 \%$). Zaobserwowałem, że mięso o niższym pH charakteryzowało się istotnie większą wartością składowej barwy L*. Na takie istotne różnice w jasności barwy mięsa o różnym pH wskazuje wielu autorów (Van Oeckel i Warnants 2003, Bidner i wsp. 2004, Chmiel i wsp. 2012). Stwierdziłem ponadto, że wartości pH mięsa były istotnie skorelowane z wartościami jego przewodności elektrycznej. Próbkę mięsa o niższym pH odznaczały się istotnie większymi wartościami przewodności elektrycznej ($r = -0,49$, $R^2 = 24,5 \%$). Stwierdziłem również współzależność między pH mięsa a ilością wycieku swobodnego. Próbkę mięsa o niższym pH odznaczały się większą ilością wycieku swobodnego ($r = -0,76$, $R^2 = 58,6 \%$). Uzyskane zależności mogą wskazywać, że części mięśnia o wyraźnie większej jasności i charakteryzujące się niższym pH, obciążone są wadą wodnistości. Porównując pH różnych części mięśnia półbłoniastego zaobserwowałem tendencje do nieznacznie większych wartości pH części I mięśnia (cechującej się najciemniejszą barwą) niż części II i III. Różnice te nie były jednak istotne statystycznie. Nie stwierdziłem również istotnych statystycznie różnic w wartościach średnich przewodności elektrycznej oraz ilości wycieku swobodnego poszczególnych części mięśnia półbłoniastego. Mogło to być wynikiem znacznego zróżnicowania próbek w badanej populacji. Na brak istotnego wpływu części mięśnia na ilość wycieku swobodnego wskazują również badania Van Oeckel i Warnants (2003) prowadzone na mięśniu *longissimus*. Analizując wpływ części mięśnia półbłoniastego na wybrane wskaźniki produkcyjne modelowych szynki parzonych stwierdziłem m.in., że istotnie mniejszą ilością przyrostu masy w trakcie peklowania cechowała się część mięśnia

charakteryzująca się największą średnią wartością składowej barwy L^* . Na stwierdzone różnice w wielkości przyrostu masy mięsa w trakcie peklowania mogło mieć wpływ opisywane zróżnicowanie w pH mięsa. Mięso o wyższym pH cechuje się bowiem większą wodochłonnością, co wynika z oddalania się od punktu izoelektrycznego białek mięśniowych (Prost 2006). Obserwowane różnice w wielkości przyrostu masy mięsa w trakcie peklowania nie miały jednak przełożenia na zróżnicowanie wielkości ubytków masy w trakcie parzenia.

W opisywanych badaniach (O3) analizowałem również wpływ części mięśnia półbłoniastego na barwę modelowych szynek parzonych. Stwierdziłem, że szynki wyprodukowane z części mięśnia charakteryzującej się najciemniejszą i najbardziej czerwoną barwą odznaczały się istotnie mniejszą wartością składowej barwy L^* , a większą wartością składowej barwy a^* oraz b^* niż szynki wytworzone z części mięśnia o największej średniej wartości składowej barwy L^* . Stwierdzone różnice w barwie modelowych szynek wyprodukowanych z różnych części mięśnia półbłoniastego były jednak mniejsze niż w przypadku barwy samego mięśnia. Na istotne przełożenie barwy mięsa na barwę szynek parzonych wskazują również badania O'Neil i wsp. (2003). Autorzy wykazali, że szynki parzone wytworzone z mięsa PSE charakteryzowały się większym udziałem składowej barwy L^* niż szynki wytworzone z mięsa dobrej jakości.

Poza barwą istotnym determinantem jakości szynek parzonych jest również ich tekstura. Na podstawie przeprowadzonych badań (O3) stwierdziłem, że próbki mięsa o jaśniejszej barwie (większej wartości składowej barwy L^*) cechowały się istotnie większą siłą ściskania ($r = 0,47$, $R^2 = 21,9\%$). Zaobserwowałem również, że większy wyciek swobodny i większe ubytki masy w trakcie parzenia (czyli cechy typowe dla mięsa PSE) były czynnikami wpływającymi istotnie na zwiększenie siły cięcia produktu (odpowiednio $r = 0,54$, $R^2 = 29,1\%$ oraz $r = 0,48$, $R^2 = 22,6\%$). Pomimo tych istotnych współzależności stwierdziłem jednak, że modelowe szynki parzone wytworzone z różnych części mięśnia półbłoniastego (cechujących się różną barwą) nie różniły się istotnie pod względem mierzonych parametrów tekstury tj. siły cięcia i ściskania. Ten brak istotnych różnic mógł być wynikiem znacznego zróżnicowania badanej populacji próbek tj. analizowałem próbki, zarówno o małej, jak i znaczącej różnicy w barwie pomiędzy poszczególnymi częściami mięśnia. Na brak istotnego wpływu części mięśnia na wartości średnie siły ściskania wskazują również badania Van Oeckel i Warnants (2003) prowadzone na mięśniu *longissimus*.

Podobnie jak w przypadku parametrów tekstury, w przedstawionych badaniach (O3) nie stwierdziłem również istotnego wpływu części mięśnia półbłoniastego na zawartość podstawowych składników chemicznych modelowych szynek parzonych. Zaobserwowałem natomiast, że próbki mięsa o niższym pH cechowały się mniejszą zawartością wody ($r = 0,85$, $R^2 = 72,83\%$) oraz większą zawartością białka ($r = -0,64$, $R^2 = 41,8\%$). Mogło to wynikać z większego wycieku swobodnego z mięsa o niższym pH i w efekcie większego zagęszczenia pozostałych składników chemicznych w próbkach.

Podsumowując, w badaniu O3 stwierdziłem, że mięsień półbłoniasty jest mięśniem niejednorodnym pod względem barwy. Zróżnicowanie barwy mięsa przekładało się również na barwę modelowych szynek parzonych. W celu uzyskania jednolitej szarzy produkcyjnej i uniknięcia zbytniego zróżnicowania barwy szynek parzonych celowym jest oddzielanie z mięśnia półbłoniastego części o wyraźnie różnej barwie. Stwierdziłem ponadto, że mięso o większej wartości składowej barwy L^* charakteryzowało się niższym pH, większymi wartościami przewodności elektrycznej, większą ilością wycieku swobodnego, co może wskazywać, że części mięśnia o wyraźnie większej jasności obarczone są wadą wodnistości. Produkcja szynek z różnych części mięśnia (o różnej jasności) skutkowała również uzyskaniem

różnych wyników produkcyjnych, w tym różnego przyrostu masy w trakcie peklowania zalewowego i różnej ilości ubytków masy w trakcie parzenia. Pomimo istotnych różnic w jasności barwy różnych części mięśnia półbłoniastego wytworzone z nich szynki parzone odznaczały się podobną teksturą oraz zbliżonym składem chemicznym.

4.3.2.3.b Badania nad możliwością zagospodarowania mięsa obarczonego wadą PSE w produkcji wybranych asortymentów przetworów mięsnych (O4, O5)

Planując cykl badań nad możliwościami wykorzystania przetwórczego mięsa obarczonego wadą PSE założyłem, że racjonalne zagospodarowanie takiego mięsa musi uwzględniać kilka aspektów tj.:

- wytwarzany z mięsa PSE produkt musi charakteryzować się wysoką wartością handlową; mięśnie, które często są obarczone wadą PSE są bowiem najcenniejszymi mięśniami tuszy wieprzowej, zatem ich zagospodarowanie w produkcji tanich przetworów mięsnych nie znalazłoby uzasadnienia ekonomicznego,
- technologia produkcji przetworów z mięsa obarczonego wadą PSE musi uwzględniać cechy charakterystyczne mięsa PSE w taki sposób, aby zminimalizować niekorzystny wpływ takiego surowca na jakość gotowego produktu,
- do zagospodarowania mięsa obarczonego wadą PSE należy poszukiwać takich asortymentów przetworów, w których cechy charakterystyczne mięsa PSE mogłyby być korzystne, tj. pozytywnie wpływać na jakość gotowego produktu.

Biorąc powyższe pod uwagę, badania nad możliwościami racjonalnego wykorzystania mięsa PSE prowadziłem na dwóch asortymentach przetworów mięsnych tj. konserwach typu „wieprzowina w sosie własnym” oraz wędzonkach restrukturyzowanych.

Dobór i przygotowanie surowca

Materiał do badań stanowiło mięso wieprzowe (*m. semimembranosus*) obarczone wadą PSE i mięso normalnej jakości (RFN). Surowiec pochodził z uboju przemysłowego świń. Klasyfikację jakościową mięsa prowadzono po około 24 godzinach od uboju świń, bezpośrednio na linii rozbiorowej zakładu mięsnego. Klasyfikacji surowca na PSE i RFN dokonywano na podstawie wyników pomiaru przewodności elektrycznej (EC) oraz wyników oceny wizualnej. W klasyfikacji przyjmowano wartość kryterialną na poziomie 10 mS (> 10 mS = mięso PSE; < 10 mS = mięso RFN), zalecaną przez producenta urządzenia. Dodatkowej klasyfikacji wizualnej dokonywano po usunięciu z powierzchni próbek mięsa złogów tłuszczu i mechanicznym odbłonieniu. Z grupy próbek zakwalifikowanych na podstawie pomiarów przewodności elektrycznej jako PSE do dalszych badań wybierano wyłącznie te, które charakteryzowały się bardzo jasną barwą, nietypową, zbyt „luźną” i rozwarstwiającą się strukturą oraz nadmierną wodnością powierzchni. Z grupy próbek zakwalifikowanych na podstawie pomiarów przewodności elektrycznej jako RFN do dalszych badań wybierano natomiast wyłącznie próbki o prawidłowej, różowo czerwonej barwie, zwartej strukturze i powierzchni, bez oznak nadmiernej wodności. Wyselekcjonowane próbki mięsa ważono, pakowano próżniowo w woreczki z folii polietylenowej, zamrażano i przechowywano w mroźni, w temperaturze -22 °C (do 4 tygodni). Produkcja przetworów mięsnych z mięsa mrożonego wynikała z konieczności uwzględnienia warunków przemysłowych. Częstość występowania mięsa wodnistej jest bowiem trudna do przewidzenia i w zależności od okresu (np. pory roku) może być go różna ilość. W przypadku małej ilości takiego surowca, celem zebrania odpowiednio dużej szarży produkcyjnej, prawdopodobnie konieczne byłoby jego mrożenie i przechowywanie w mroźni do czasu zebrania odpowiednio dużej partii produkcyjnej. W przeddzień produkcji (konserw

mięśnych lub szynek restrukturyzowanych) próbki mięsa rozmrażano w chłodni w temp. 4 – 6 °C przez około 24 godz. Następnie próbki wyjmowano z opakowań i ponownie ważono celem określenia ilości wycieku rozmrażalniczego. Celem dokonania oceny jakości mięsa dokonywano również pomiaru jego pH i składowych barwy w systemie CIEL*a*b*. Oznaczano również zdolność utrzymywania wody własnej.

Ocena możliwości zagospodarowania mięsa obarczonego wadą PSE w produkcji konserw typu „wieprzowina w sosie własnym” (O4)

Celowość podjęcia przez mnie badań nad oceną możliwości zagospodarowania mięsa PSE w produkcji konserw typu „wieprzowina w sosie własnym” wynikała z ich charakterystyki i specyfiki procesu ich produkcji tj.:

- w produkcji konserw mięso jest rozdrabniane a następnie mieszane, co może skutkować ujednoczeniem jakościowym farszu, i tym samym zminimalizowaniem ryzyka wystąpienia punktowych defektów jakościowych wyrobu,
- blok mięsny konserwy typu wieprzowina w sosie własnym powinien charakteryzować się lekko rozkruszającą się strukturą. Żeby to osiągnąć, w technologii wytwarzania stosuje się zabieg obróbki termicznej części wsadu surowcowego wykorzystywanego do przygotowania farszu a sam proces mieszania prowadzi się bardzo krótko tj. tylko do wymieszania składników, bez nadmiernego wyekstrahowania białek mięśniowych na powierzchnię kawałków mięsa. Przy takiej charakterystyce konserw i procesie technologicznym pogorszone właściwości funkcjonalne mięsa PSE nie muszą przełożyć się na pogorszenie jakości (w tym tekstury) konserw a nawet spowodować uzyskanie lepszych efektów niż w przypadku mięsa RFN,
- w przypadku konserw typu „wieprzowina w sosie własnym” po ich otwarciu wymagana jest na powierzchni bloku mięsnego obecność galarety (zżelowanego wycieku termicznego), a zatem charakterystyczna dla mięsa PSE obniżona zdolność utrzymywania wody własnej oraz zwiększona ilość wycieku termicznego nie musi stanowić cechy niekorzystnie przekładającej się na jakość produktu,
- konserwy typu mięso w sosie własnym należą do konserw o najwyższej wartości handlowej.

W eksperymencie produkowałem konserwy z mięsa PSE oraz zawierające 50 % mięsa PSE i 50% mięsa dobrej jakości. Mieszanie mięsa PSE z mięsem RFN jest bowiem proponowane w literaturze jako metoda ograniczania niekorzystnego wpływu mięsa PSE na jakość gotowych produktów (Motzer i wsp. 1998, Kuo i Chu 2003, Schilling i wsp. 2003, Schilling i wsp. 2004). Materiałem porównawczym były konserwy wyprodukowane wyłącznie z mięsa RFN.

Technologię produkcji i skład recepturowy konserw typu wieprzowina w sosie własnym zaczerpnąłem z praktyki przemysłowej i dostosowałem do warunków prowadzenia doświadczenia w skali półtechnicznej. Szczegółowy opis technologii przedstawiłem w artykule O4. Ocenę jakości konserw prowadziłem po 6 tygodniach od ich wyprodukowania. Obejmowała ona określenie udziału wydzielonego tłuszczu i galarety w konserwie, parametrów tekstury, składowych barwy w systemie CIEL*a*b*, zawartości podstawowych składników chemicznych, wartości wskaźnika TBARS, oraz jakości sensorycznej. Analizowałem również wpływ obarczania mięsa wadą PSE na przebieg procesu sterylizacji tj. na przebieg zmian temperatury w centrum geometrycznym konserw i przebieg zmian wartości liczby F0.

Na podstawie analizy surowca wykorzystywanego do produkcji konserw stwierdziłem, że mięso PSE, w porównaniu z mięsem RFN, charakteryzowało się istotnie niższą jakością przetwórczą, w tym niższym pH, gorszą zdolnością utrzymywania wody własnej, większą ilością wycieku rozmrażalniczego oraz wyższymi wartościami składowych barwy L* i b*.

Analizując wpływ udziału mięsa PSE w farszu konserw na przebieg procesu sterylizacji nie stwierdziłem istotnych różnic w przebiegu zmian temperatury w centrum geometrycznym konserwy oraz wartości liczby sterylizacyjnej F0. Po 55 minutach sterylizacji konserwy z mięsa RFN uzyskiwały w centrum geometrycznym średnią temperaturę rzędu 116,0 °C a konserwy z mięsa PSE średnią temperaturę 115,8 °C. Wartość liczby F0 po procesie sterylizacji i wychłodzenia wynosiła dla konserw z mięsa RFN średnio 4,68 a dla konserw z mięsa PSE średnio 4,64.

Analizując wpływ obarczenia mięsa wadą PSE na jakość konserw stwierdziłem brak istotnych statystycznie różnic w ilości galarety i wydzielonego tłuszczu. Wskazuje to, że podawana w literaturze niekorzystna przetwórczo cecha mięsa PSE, związana ze zwiększoną ilością wycieku termicznego (Bañón i wsp. 1998; Kuo Chu, 2003; O'Neil i wsp. 2003), nie przełożyła się na zwiększoną ilość wycieku powstałego wewnątrz opakowania w procesie sterylizacji. Prawdopodobnie ten brak istotnego wpływu wykorzystania mięsa PSE na ilość wydzielonego tłuszczu i galarety w opakowaniu konserwy wynika z mniejszej zawartości wody, lub wody i tłuszczu, w mięsie PSE. Mniejsza zawartość wody w mięsie PSE jest związana z większą jej utratą w trakcie przechowywania chłodniczego lub/i mrożenia i rozmrażania. Cechą charakterystyczną mięsa PSE, w porównaniu z mięsem RFN, jest również mniejsza zawartość tłuszczu. Na zróżnicowanie to wpływa głównie mięsność świń. Wada PSE jest bowiem obserwowana częściej w mięsie świń o większej mięsności i mniejszym otłuszczeniu, a tym samym mniejszej zawartości tłuszczu śródmięśniowego (Zał. 5, II D2.1/15).

Analizując wpływ udziału mięsa PSE na parametry tekstury konserw typu wieprzowina w sosie własnym stwierdziłem, że analizowane bloki mięsne konserw charakteryzowały się zbliżonymi wartościami siły cięcia i penetracji (różnice nie były istotne statystycznie). Jak podają Müller (1991) i Barbut i wsp. (2008) mięso PSE cechuje się w porównaniu z mięsem RFN wyższą siłą penetracji i siłą cięcia, chociaż niektórzy autorzy wskazują na brak istotnych różnic (Van Oeckel i Warnants 2003). W przypadku bloku mięsnego wytworzonego z mięsa rozdrobnionego na jego związanie wpływa jednak zdolność żelowania białek mięśniowych wyekstrahowanych na powierzchnię kawałków mięsa w trakcie mieszania lub masowania. Białka mięśniowe mięsa PSE cechują pogorszone właściwości funkcjonalne, w tym również żelowania, co wynika m.in. ze zmian denaturacyjnych zachodzących w trakcie przyspieszonej poubojowej glikogenolizy (Bañón i wsp. 1998, Joo i wsp. 1999, Lee i wsp. 2000). Stopień zaawansowania niekorzystnych zmian denaturacyjnych może być jednak różny w zależności od tempa poubojowej glikogenolizy oraz poziomu do jakiego obniża się pH mięsa. Poza stopniem zaawansowania zmian denaturacyjnych w surowcu oddziaływanie mięsa PSE na jakość przetworów może być również uzależnione od ilości mięsa PSE wprowadzanego do receptury. Dlatego też nie wszyscy autorzy odnotowują w swoich badaniach wpływ dodatku do farszu mięsa PSE na teksturę bloku mięsnego. Przykładowo Motzer i wsp. (1998) wskazali, że zastąpienie 50 % mięsa RFN mięsem PSE nie wpłynęło wyraźnie na oceniane instrumentalnie parametry tekstury szynki restrukturyzowanej, chociaż produkty wytworzone wyłącznie z mięsa PSE cechowały się wyraźnie większą twardością i żujnością niż produkty kontrolne. Person i wsp. (2005) stwierdzili natomiast, że szynki wyprodukowane z mięsa PSE cechowały się wyższymi wartościami siły cięcia niż szynki kontrolne a zwiększanie udziału mięsa PSE w recepturze sprzyjało uzyskaniu produktu o większej sile cięcia. W przypadku konserw typu wieprzowina w sosie własnym prawdopodobnie już sama technologia produkcji, w tym celowa denaturacja części wsadu surowcowego, oraz bardzo krótkie mieszanie farszu spowodowała, że pogorszone właściwości funkcjonalne mięsa PSE nie przełożyły się wyraźnie na pogorszenie parametrów tekstury konserw.

Analizując wpływ udziału mięsa obarczonego wadą PSE na składowe barwy konserw stwierdziłem, że wykorzystanie takiego mięsa już przy 50 % jego udziale, skutkowało uzyskaniem produktu o różnej barwie w porównaniu z barwą konserw wyprodukowanych wyłącznie z mięsa RFN. Konserwy wytworzone z mięsa PSE oraz z 50 % udziałem mięsa PSE charakteryzowały się większą jasnością barwy oraz niższą wartością składowej barwy a*. Dodatkowo konserwy wytworzone wyłącznie z mięsa PSE, w porównaniu z konserwami wytworzonymi z mięsa RFN, odznaczały się istotnie wyższą wartością składowej barwy b*. Na zaobserwowane różnice w wartościach składowych barwy L* i b* istotny wpływ miała barwa surowca. Na istotny wpływ barwy surowca na barwę produktu, przy wykorzystywaniu mięsa obarczonego wadą PSE, wskazują również badania O'Neil i wsp. (2003). Autorzy badając wpływ mięsa PSE na jakość peklowanych szynek gotowanych stwierdzili, że szynki wyprodukowane z mięsa PSE były istotnie jaśniejsze w porównaniu z wyprodukowanymi z mięsa RFN. Jak sugerują Schilling i wsp. (2004) zwiększenie jasności barwy produktu może jednak nie być zauważalne jeżeli udział mięsa PSE w recepturze będzie mały (do 25%).

Analizując wpływ udziału mięsa PSE na zawartość podstawowych składników chemicznych konserw stwierdziłem, że konserwy z mięsa PSE, lub zawierające 50 % udział mięsa PSE, w porównaniu do konserw z mięsa RFN, charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością wody, większą zawartością białka oraz mniejszą zawartością tłuszczu. Prawdopodobnie na obserwowane różnice w zawartości wody, białka i tłuszczu w bloku mięsnym konserwy wpływ miały różnice w zawartości tych składników w surowcu, tj. mięsie PSE i mięsie RFN. Mniejsza zawartość wody i większa zawartość białka w mięsie PSE w porównaniu do mięsa RFN może wynikać z większego wycieku swobodnego i rozmrażalniczego. Natomiast mniejsza zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie PSE może wynikać z faktu, że wada ta jest obserwowana częściej w mięsie świń o większej mięsności, a zatem i mniejszym przetłuszczeniu (Zał. 5, II D2.1/15). Na istotne różnice w zawartości podstawowych składników chemicznych przetworów mięsnych wytworzonych z różnym udziałem mięsa PSE wskazują również badania Kuo i Chu (2003). Autorzy stwierdzili, że kiełbasy wyprodukowane z mięsa PSE charakteryzowały się mniejszą zawartością wody i tłuszczu a większą zawartością białka niż kiełbasy wytworzone z mięsa dobrej jakości.

W omawianych badaniach określałem również wpływ zastąpienia mięsa RFN mięsem PSE na wartość TBARS bloku mięsnego konserw. Jak wynika z przeprowadzonych przeze mnie wcześniejszych badań (Zał. 5, II D2.1/16) mięso PSE w porównaniu do mięsa dobrej jakości charakteryzuje się bowiem po przechowywaniu wyższymi wartościami TBARS. Przyczyną zwiększonej podatności mięsa obarczonego wadą typu PSE na procesy utleniania może być niskie pH, powodujące m.in. uszkodzenie komórek i denaturację białek o właściwościach przeciwutleniających (Nam i wsp. 2002). Na niekorzystny efekt niskiego pH mięsa na wartość wskaźnika TBARS wskazuje wielu autorów (Yasosky i wsp. 1984, Chen i wsp. 1993, Hansen i wsp. 2004). Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdziłem jednak istotnego wpływu zastąpienia mięsa RFN mięsem PSE w produkcji konserw sterylizowanych typu wieprzowina w sosie własnym na wartość wskaźnika TBARS. Na niekorzystny wpływ mięsa PSE na stabilność oksydacyjną produktu wskazują m.in. O'Neil i wsp. (2003) w badaniach nad wpływem mięsa PSE na jakość szynki. Natomiast Kuo i Chu (2003), pomimo że nie stwierdzili istotnego zróżnicowania w wartościach wskaźnika TBARS kiełbas z różnym udziałem mięsa PSE to stwierdzili jednak, że procentowy wzrost wartości TBARS w trakcie przechowywania był większy w przypadku kiełbas wyprodukowanych wyłącznie z mięsa PSE niż z mięsa RFN. W przeprowadzonych przeze mnie badaniach brak różnic w wartościach wskaźnika TBARS konserw sterylizowanych wyprodukowanych z mięsa PSE i RFN, wynika prawdopodobnie

z braku kontaktu bloku mięsnego konserwy w trakcie przechowywania z tlenem atmosferycznym.

Analizując wpływ mięsa obarczonego wadą PSE na jakość sensoryczną konserw stwierdziłem, że zastąpienie mięsa RFN mięsem obarczonym wadą PSE, nawet przy pełnej substytucji, nie miało istotnego wpływu na intensywność zapachu i smaku mięsnego oraz soczystość i kruchość bloku mięsnego. Nie stwierdziłem również wpływu zastąpienia mięsa RFN mięsem PSE na pożądalność zapachu, smaku i pożądalność ogólną produktu. Wskazuje to, że konserwy w sosie własnym (bez stosowania specjalnych zabiegów technologicznych) mogą być dobrym produktem do zagospodarowania mięsa PSE. Na niekorzystny wpływ mięsa PSE na jakość sensoryczną produktów wskazują natomiast badania Kuo i Chu (2003). Autorzy podają, że kiełbasy wyprodukowane z mięsa PSE uzyskiwały niższe noty w ocenie sensorycznej tekstury, zapachu i ogólnej pożądalności w porównaniu z kiełbasami wytworzonymi z mięsa RFN. Zwiększenie udziału mięsa PSE z 50 do 100 % w produkcie skutkowało istotnym obniżeniem wysokości not przyznawanych za te wyróżniki. Można zatem przypuszczać, że wpływ dodatku mięsa PSE na jakość sensoryczną produktów może zależeć od rodzaju produktu oraz ilości wprowadzonego mięsa PSE.

Podsumowując, w opisywanych badaniach stwierdziłem, że niekorzystne cechy jakości technologicznej mięsa PSE w niewielkim stopniu przełożyły się na jakość konserw sterylizowanych typu wieprzowina w sosie własnym. Wskazuje to na możliwość zagospodarowania mięsa obarczonego wadą PSE w produkcji tego typu konserw. Zastąpienie zarówno 50%, jak i całości mięsa RFN mięsem PSE nie miało m.in. istotnego wpływu na przebieg procesu sterylizacji konserw, nie skutkowało zwiększeniem ilości wydzielonego tłuszczu i galarety w konserwie, nie miało wpływu na mierzone instrumentalnie parametry tekstury oraz na wiele wyróżników jakości sensorycznej, w tym ogólną pożądalność produktu. Jedyną negatywną cechą mięsa PSE, która przełożyła się na jakość produktu była barwa. Konserwy z mięsa PSE, podobnie jak mięso PSE, odznaczały się jaśniejszą barwą i większym udziałem składowej barwy b*.

Ocena możliwości zagospodarowania mięsa obarczonego wadą PSE w produkcji wędzonek restrukturyzowanych (O5)

Celowość podjęcia przeze mnie badań nad oceną możliwości zagospodarowania mięsa PSE w produkcji restrukturyzowanych wędzonek parzonych wynikała z charakterystyki tych wyrobów i specyfiki procesu ich produkcji tj.:

- technologia wytwarzania restrukturyzowanych wędzonek parzonych obejmuje m.in. rozdrobienie mięsa i jego masowanie z dodatkiem solanki peklującej, a następnie formowanie i obróbkę termiczną. Rozdrabnianie i masowanie mięsa PSE z solanką może pozwolić na uzyskanie partii wyrobu o bardziej wyrównanej jakości, bez ryzyka występowania tzw. defektów punktowych, wynikających z występowania mięsa PSE w farszu,
- restrukturyzowane wędzonki parzone są produktami imitującymi wędzonki całomięśniowe a zatem kierunek zagospodarowania mięśni szynki lub mięśnia najdłuższego w produkcji takich wyrobów nie budzi zastrzeżeń technologicznych i ekonomicznych.

W opisywanym badaniu produkowałem dwa warianty szynki restrukturyzowanych, tj. z mięsa obarczonego wadą PSE oraz z mięsa dobrej jakości (RFN). Technologię produkcji i skład recepturowy wędzonek zaczerpnąłem z praktyki przemysłowej i dostosowałem do warunków prowadzenia doświadczenia w skali półtechnicznej. Szczegółowy opis technologii produkcji

wędzonek przedstawiłem w artykule O5. Ocena wpływu obarczenia mięsa wadą PSE na jakość wędzonek obejmowała takie wyróżniki jakości jak parametry tekstury, składowe barwy, ilość wycieku przechowalniczego, podstawowy skład chemiczny i cechy sensoryczne. Oceniałem również wpływ obarczenia mięsa wadą PSE na wielkość ubytków masy w trakcie obróbki wędzarniczo-parzelniczej wędzonek.

Analizując jakość mięsa wykorzystywanego do produkcji wędzonek stwierdziłem, że mięso wieprzowe obarczone wadą PSE cechowało się w porównaniu do mięsa RFN istotnie niższą jakością przetwórczą, na co wskazywało istotnie niższe pH, większa przewodność elektryczna, większa jasności barwy oraz większa ilości wycieku swobodnego i rozmarażalniczego z takiego mięsa. Wykorzystanie surowca o tak pogorszonej jakości w produkcji szynek restrukturyzowanych nie przełożyło się jednak na zwiększenie ilości wycieku powstałego w trakcie obróbki termicznej wędzonek. Mogło to być wynikiem zastosowanej technologii produkcji tj. restrukturyzowania. Proces ten mógł bowiem doprowadzić do ujednoczenia pH farszu oraz wyekstrahowania i rozpuszczenia części białek mięśniowych w farszu. Koćwin-Podsiadła i wsp. (2009) podają, że wskutek zbyt szybkiej glikogenolizy, przy niedostatecznie wychłodzonej tuszy, dochodzi do denaturacji około 20 % białek sarkoplazmatycznych i miofibrylarnych. Przypuszczalnie w przypadku restrukturyzowania pozostała część niezdenaturowanych białek może być wystarczająca dla uzyskania prawidłowej struktury produktu i uzyskania wydajności procesu obróbki termicznej na poziomie zbliżonym do obserwowanego przy przetwórstwie mięsa RFN. Na brak istotnych różnic w wielkości ubytków masy powstałych w trakcie obróbki termicznej szynek restrukturyzowanych wyprodukowanych z mięsa PSE i RFN wskazują również Schilling i wsp. (2003). Jednocześnie w innych badaniach autorzy wykazali istotne różnice w wielkości ubytków masy pomiędzy produktami wytworzonymi z mięsa RFN i z mięsa RFN z dodatkiem 25 % i 50 % mięsa PSE (Schilling i wsp. 2004). Powodem obserwowanych różnic mogło być jednak wykorzystywanie w eksperymencie mięsa PSE o bardzo niskim (5,36) pH. Wskazuje to, że w produkcji wyrobów restrukturyzowanych z mięsa PSE istotnym czynnikiem wpływającym na wydajność obróbki termicznej jest średnie pH farszu, i że nie w każdym przypadku wykorzystywanie w produkcji mięsa z wizualnymi znamionami wady PSE musi skutkować istotnym zwiększeniem ubytków związanych z obróbką termiczną.

W opisywanych badaniach (O5) analizowałem również wpływ obarczenia mięsa wadą PSE na ilość wycieku powstającego w trakcie przechowywania chłodniczego wędzonek. Na podstawie przeprowadzonych badań nie zaobserwowałem jednak niekorzystnego wpływu obarczenia mięsa wadą PSE na ilość wycieku przechowalniczego wyprodukowanych szynek restrukturyzowanych. Prawdopodobnie, podobnie jak w przypadku wycieku związanego z obróbką termiczną, brak istotnych różnic pomiędzy produktami wytworzonymi z mięsa PSE i RFN był wynikiem ujednorodnienia farszu.

Ważnym wyróżnikiem jakości przetworów mięsnych jest ich tekstura. Problem kształtowania odpowiedniej struktury przetworów mięsnych jest szczególnie ważny w przetwórstwie mięsa obarczonego wadą PSE. Jak już wspominałem cechą charakterystyczną mięsa PSE jest bowiem nieprawidłowa, zbyt miękka i rozwarstwiająca się struktura. Efektem wykorzystania takiego mięsa w produkcji przetworów może być zatem pogorszenie ich tekstury, objawiające się m.in. osłabieniem związania produktu i zwiększeniem podatności plastrów na rozpadanie (Moetzer i wsp. 1998; O'Neill i wsp. 2003). W opisywanym eksperymencie stwierdziłem jednak, że zastosowanie mięsa obarczonego wadą PSE w produkcji restrukturyzowanych wędzonek parzonych nie miało istotnego wpływu na takie parametry tekstury wyrobów jak spoistość, sprężystość, żujność i twardość. Przypuszczalnie było to efektem restrukturyzowania. Właściwości reologiczne przetworów restrukturyzowanych są

w dużym stopniu determinowane zdolnością żelowania białek mięśniowych, które wyekstrahowane na powierzchnię kawałków rozdrobnionego mięsa spajają je po obróbce termicznej. W przypadku mięsa PSE te właściwości białek mięśniowych również ulegają pogorszeniu (Camou i Sebranek 1991). Cechą charakterystyczną występowania wady PSE jest jednak to, że może być nią obarczony tylko fragment mięśnia, co powoduje, że po rozdrobnieniu i wymieszaniu farszu średnia zdolność żelowania białek farszu może być wystarczająca dla zachowania prawidłowej struktury produktu (Person i wsp. 2005).

Analizując wpływ obarczenia mięsa wadą PSE na barwę restrukturyzowanych wędzonek parzonych stwierdziłem, że produkty wytworzone z mięsa obarczonego wadą PSE odznaczały się istotnie większą jasnością barwy niż te wyprodukowane z mięsa RFN. Nie stwierdziłem natomiast istotnych różnic w wartościach składowych barwy a^* i b^* . Analizując wyniki badań innych autorów na temat wpływu obarczenia mięsa wadą PSE na składowe barwy produktów można stwierdzić, że przełożenie się niekorzystnej, zbyt jasnej barwy mięsa obarczonego wadą PSE na składowe barwy produktu uzależnione jest od stopnia zaawansowania zmian barwy w surowcu. Im są one większe tym barwa produktu będzie bardziej zmieniona (Moetzer i wsp. 1998, Schilling i wsp. 2003, Schilling i wsp. 2004).

Oceniając wpływ wystąpienia defektu PSE w mięsie na zawartość podstawowych składników chemicznych w wędzonkach restrukturyzowanych stwierdziłem, że wędzonki wyprodukowane z mięsa PSE, w porównaniu z wyprodukowanymi z mięsa RFN, odznaczały się istotnie mniejszą zawartością wody, większą zawartością białka i większą zawartością tłuszczu. Obserwowane różnice w zawartości podstawowych składników chemicznych pomiędzy produktami wytworzonymi z mięsa PSE i RFN były przypuszczalnie w znacznym stopniu wynikiem zawartości tych składników w wykorzystywanym surowcu. Mięso PSE cechowało się bowiem istotnie wyższym wyciekami swobodnym i rozmrażalniczym niż mięso RFN, przez co skoncentrowaniu uległy pozostałe składniki chemiczne, stąd większa zawartość białka i tłuszczu w wędzonkach wyprodukowanych z mięsa PSE niż wytworzonych z mięsa RFN. Mniejszą zawartość wody i większą zawartość białka w restrukturyzowanych szynkach wytworzonych z mięsa PSE w porównaniu do wytworzonych z mięsa RFN zaobserwowali również Moetzer i wsp. (1998).

Ważnym zagadnieniem w przetwórstwie mięsa obarczonego wadami jakości jest niebezpieczeństwo przełożenia niekorzystnych cech jakości mięsa na jakość sensoryczną gotowego produktu. Skuteczne metody zagospodarowania mięsa PSE w produkcji przetworów mięsnych powinny gwarantować uzyskanie produktu o jakości sensorycznej porównywalnej z produktem wytworzonym z pełnowartościowego surowca. W opisywanych badaniach stwierdziłem, że taki efekt można uzyskać stosując technologię restrukturyzowania. Wędzonki restrukturyzowane wytworzone z mięsa PSE nie różniły się bowiem w wysokości not przyznawanych w ocenie sensorycznej takich cech jakości sensorycznej jak wilgotność powierzchni, związanie bloku mięsnego i soczystość.

Podsumowując, w przeprowadzonych badaniach stwierdziłem, że restrukturyzowanie może być skuteczną metodą ograniczenia niekorzystnego wpływu obarczenia mięsa wadą PSE na jakość produkowanych wyrobów. Z wyjątkiem jaśniejszej barwy szynki restrukturyzowane wędzone-parzone wyprodukowane z mięsa PSE cechowały się bowiem zbliżoną jakością do szynki wyprodukowanych z mięsa dobrej jakości (RFN).

4.3.2.3.c Badania nad wpływem wybranych dodatków technologicznych na właściwości modelowych układów mięsnych wytworzonych z mięsa PSE (O6, O7)

Jak wykazałem we wcześniejszych rozdziałach Autoreferatu mięso obarczone wadą PSE cechuje się pogorszoną jakością przetwórczą. Zastosowanie odpowiedniej technologii przetwórstwa pozwala jednak na zmniejszenie niekorzystnego wpływu takiego surowca na jakość gotowego produktu. Mimo to przetwórstwo mięsa obarczonego wadą PSE zawsze będzie się wiązało z pewnym ryzykiem, że wytworzony produkt będzie się charakteryzował pogorszoną jakością a wskaźniki wydajności produkcyjnej będą niższe (np. przy przetwórstwie mięsa PSE o bardzo znacznych zmianach denaturacyjnych w tkankach). Celowym jest zatem opracowanie sposobów ograniczenia tego ryzyka. Jedną z możliwości ograniczenia niekorzystnego wpływu mięsa PSE na jakość wyrobów może być zastosowanie odpowiednich dodatków technologicznych. Ponieważ mięso PSE cechuje się pogorszoną wodochłonnością i nieprawidłową strukturą w prowadzonych przeze mnie badaniach koncentrowałem się na określeniu możliwości zastosowania w przetwórstwie mięsa PSE takich dodatków, które oddziałują na te cechy mięsa i przetworów tj. preparatach białkowych oraz fosforanach i węglanach. Do głównych celów ich stosowania w przemyśle mięsnym zalicza się bowiem poprawę zdolności wiązania wody przez mięso, ograniczenie wielkości ubytków masy podczas obróbki termicznej oraz poprawę tekstury produktów.

Wpływ dodatku białka kolagenowego i sojowego na jakość szynek restrukturowanych wyprodukowanych z mięsa PSE (O6)

Celem opisywanych badań było porównanie wpływu dodatku białka kolagenowego i sojowego na jakość restrukturowanych szynek parzonych wyprodukowanych z mięsa PSE. Możliwość wykorzystania białek niemięsnych w przetwórstwie mięsa obarczonego różnymi wadami jakościowymi wynika z ich zdolności wiązania wody i emulgowania tłuszczu oraz żelowania. Dzięki ich zastosowaniu uzyskuje się również poprawę tekstury i krawalności oraz zwiększenie soczystości produktów (Weber 2004). Spośród preparatów białkowych pochodzenia roślinnego, mogących niwelować niekorzystny wpływ niskiej jakości mięsa na jakość przetworów, największe zastosowanie mogą mieć izolaty białka sojowego (Zał. 5, II D2.2/4). Przymuszalnie zastosowanie w przetwórstwie mięsa PSE mogą mieć również preparaty kolagenowe. Wskazywać na to może ich zdolność wiązania wody i tworzenia struktur żelowych oraz korzystny wpływ na kształtowanie tekstury produktów (Gwiazda i wsp. 2011).

W eksperymencie produkowałem dwa warianty szynek restrukturowanych tj. szynkę z mięsa obarczonego wadą PSE z dodatkiem preparatu białka kolagenowego lub sojowego (izolat, 1,3 % w stosunku do masy farszu). Technologię produkcji i skład recepturowy wędzonek zaczerpnąłem z praktyki przemysłowej i dostosowałem do warunków prowadzenia doświadczenia w skali półtechnicznej. Metody doboru próbek do badań i charakterystykę materiału badawczego przedstawiłem w artykule O6 i w Autoreferacie (4.3.2.3.b). Szczegółowy opis technologii produkcji wędzonek przedstawiłem w artykule O6. Porównanie wpływu dodatku białka kolagenowego i sojowego na jakość restrukturowanych szynek parzonych wyprodukowanych z mięsa PSE obejmowało analizę ilości strat po obróbce termicznej, ilości wycieku przechowalniczego, parametrów tekstury, składowych barwy (L^* , a^* , b^*) oraz jakości sensorycznej wędzonek.

Istotnym zagadnieniem w przetwórstwie mięsa PSE jest wielkość ubytków masy powstających w trakcie obróbki termicznej. W prowadzonych badaniach stwierdziłem, że rodzaj zastosowanego preparatu białkowego nie różnicował wielkości ubytków masy powstałych

w trakcie obróbki termicznej szynek restrukturyzowanych wyprodukowanych z mięsa obarczonego wadą PSE.

Inną cechą, na którą należy zwrócić szczególną uwagę w przetwórstwie mięsa obarczonego wadą PSE jest niebezpieczeństwo powstania dużej ilości wycieku z produktu podczas jego przechowywania chłodniczego. W opisywanych eksperymentach stwierdziłem, że większą skuteczność w ograniczaniu wielkości ubytków masy w trakcie chłodniczego przechowywania szynek restrukturyzowanych parzonych wytworzonych z mięsa PSE miał preparat białek kolagenowych niż sojowych. Ilość wycieku z produktu wytworzonego z mięsa PSE z dodatkiem preparatu białek kolagenowych była dwukrotnie mniejsza niż w przypadku stosowania białek sojowych.

Wykorzystanie mięsa PSE w przetwórstwie może mieć również niekorzystny wpływ na parametry tekstury produktów. Wpływ niskiej jakości surowca na jakość produktu próbuje się niwelować przez zastosowanie różnych dodatków funkcjonalnych, w tym o działaniu teksturotwórczym. W przeprowadzonych przeze mnie badaniach stwierdziłem, że zastosowanie preparatu białek sojowych pozwala na uzyskanie produktu o większej twardości i żuźności w porównaniu z produktem wytworzonym z dodatkiem białka kolagenowego. Nie zaobserwowałem natomiast istotnych różnic pod względem spoistości i sprężystości szynek wytworzonych z mięsa obarczonego wadą PSE, z dodatkiem badanych preparatów białkowych. Przeprowadzona przeze mnie analiza tekstury produktów mięsnych obejmowała również siłę cięcia. Obarczenie mięsa wadą PSE, na skutek obniżonej zdolności żelowania białek, może bowiem powodować problem z pogorszoną krajalnością produktu. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdziłem jednak statystycznie istotnych różnic pod względem siły cięcia szynek wytworzonych z dodatkiem preparatu białek sojowych i kolagenowych. Jak podają Gwiazda i wsp. (2011) oraz Słowiński (2011), zarówno preparaty białek kolagenowych, jak i sojowych zalicza się do składników pozytywnie wpływających na teksturę produktu i ułatwiających plasterkowanie.

W opisywanym eksperymencie analizowałem również wpływ dodatku badanych preparatów białkowych na składowe barwy i stabilność barwy produktów. Przy stosowaniu niektórych preparatów białkowych w przetwórstwie mięsa problemem może być bowiem ich niekorzystny wpływ na barwę produktu, w tym jej intensywność i jednolitość. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdziłem jednak statystycznie istotnych różnic w wartościach składowych L^* , a^* , b^* barwy produktów wytworzonych z dodatkiem preparatu białek sojowych i kolagenowych. Nie zaobserwowałem również istotnych różnic w stabilności barwy szynek.

W badaniach analizowałem również różnice w jakości sensorycznej restrukturyzowanych szynek parzonych wytworzonych z mięsa obarczonego wadą PSE, z dodatkiem białka sojowego i kolagenowego. Stwierdziłem, że pod względem pożądalności smaku, zapachu i barwy badane wyroby nie różniły się między sobą istotnie. Zastosowane preparaty białkowe nie różnicowały również ocenianej sensorycznie soczystości produktu oraz wilgotności jego powierzchni. Stwierdziłem ponadto, że pomimo wykorzystywania surowca o obniżonej wodochłonności, powierzchnia produktów z udziałem białka kolagenowego i sojowego nie była oceniana jako nadmiernie wilgotna. Rodzaj zastosowanego preparatu białkowego nie różnicował również wysokości not przyznawanych w ocenie pożądalności ogólnej szynek.

Podsumowując, na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że zastosowanie obu porównywanych preparatów białkowych pozwoliło na wytworzenie z mięsa obarczonego wadą PSE produktów dobrej jakości. Ich stosowanie może być zatem rekomendowane do produkcji wyrobów restrukturyzowanych z mięsa obarczonego wadą PSE. Nie zaobserwowałem istotnych różnic w oddziaływaniu porównywanych preparatów białkowych na ilość wycieku

w trakcie obróbki termicznej wyrobów, składowe ich barwy, skład chemiczny oraz wyróżniki jakości sensorycznej. Stwierdziłem natomiast, że zastosowanie preparatu białek kolagenowych, w porównaniu z preparatem białek sojowych, pozwala na ograniczenie wielkości wycieku w trakcie chłodniczego przechowywania produktów wytworzonych z mięsa PSE. Zastosowanie preparatu białek sojowych wpływa natomiast na uzyskanie z takiego surowca produktu o większej twardości i żujności.

Wpływ dodatku fosforanów i węgla sodu na jakość szynek restrukturyzowanych wyprodukowanych z mięsa PSE (O7)

Celem opisywanych badań było określenie wpływu dodatku fosforanów i węgla sodu na jakość szynki restrukturyzowanej wyprodukowanej z mięsa PSE. Zasadność podjęcia badań nad możliwością wykorzystania fosforanów w przetwórstwie mięsa obciążonego wadą PSE wynika z ich wpływu na właściwości funkcjonalne białek mięsnych. Ogólnie działanie fosforanów w zakresie poprawy właściwości funkcjonalnych mięsa polega na dysocjacji kompleksu aktomiozyny, aktywowaniu ATP-azy miozynowej, kompleksowaniu dwuwartościowych kationów, zwiększeniu siły jonowej oraz kształtowaniu pH produktu. Uważa się, że difosforany nieorganiczne mają właściwości porównywalne z ATP dlatego mogą przywrócić naturalną zdolność wiązania wody przez białka mięsne. W rezultacie dodatek fosforanów może poprawić zdolność wiązania wody oraz powodować zmniejszenie ilości wycieku cieplnego w produkcji wędzonek parzonych. Jednocześnie fosforany wpływają korzystnie na konsystencję wędzonek powodując wyraźną poprawę ich kruchości, krajalności i związania plastrów oraz ograniczają występowanie takich wad jakości wędzonek parzonych, jak „dziury” i porowatość struktury (Jankiewicz i Słowiński 1999). Jak podaje Lesiów (2003), zastosowanie fosforanów wpływa również na zmniejszenie się kurczliwości mięśni podczas obróbki termicznej, co ma korzystny wpływ na wydajność procesu i jakość produkowanych wyrobów.

W opisywanych badaniach produkowałem cztery warianty szynki restrukturyzowanej tj. szynkę z mięsa obciążonego wadą PSE z dodatkiem preparatu fosforanowego, szynkę mięsa obciążonego wadą PSE z dodatkiem preparatu zawierającego węgiel sodu oraz dwa warianty szynki kontrolnych tj. z mięsa o prawidłowej jakości bez dodatków funkcjonalnych oraz z mięsa obciążonego wadą jakości typu PSE bez dodatków funkcjonalnych. Dodatkowo, ponieważ fosforany (a w mniejszym stopniu również węglany) są dodatkami zwiększającymi wodochłonność i ograniczającymi wielkość ubytków masy w trakcie obróbki termicznej wyrobów w opisywanych badaniach sprawdzałem czy dzięki tym dodatkom możliwe jest zwiększenie ilości wprowadzanej solanki bez niekorzystnego wpływu na jakość produktów. Dlatego w eksperymencie produkowałem szynki restrukturyzowane z 10 i 35 % dodatkiem solanki (łącznie wytwarzałem 8 wariantów produktów). Technologię produkcji i skład recepturowy wędzonek zaczerpnąłem z praktyki przemysłowej i dostosowałem do warunków prowadzenia doświadczenia w skali półtechnicznej. Metody doboru próbek do badań i charakterystykę materiału badawczego przedstawiłem w artykule O7 i w Autoreferacie (4.3.2.3.b). Szczegółowy opis technologii produkcji wędzonek przedstawiłem w artykule O7. Ocena wpływu dodatku fosforanów i węgla sodu na jakość szynki restrukturyzowanej (wędzonek-parzonych) wyprodukowanej z mięsa PSE obejmowała analizę ilości strat po obróbce termicznej, ilości wycieku przechowalniczego, parametrów tekstury, składowych barwy (L^* , a^* , b^*) oraz jakości sensorycznej wędzonek.

Na podstawie przeprowadzonych badań nad wpływem fosforanów i węgla sodu na wielkość ubytków masy powstających podczas obróbki wędzarniczo-parzelniczej szynki wyprodukowanej z mięsa obciążonego wadą PSE stwierdziłem, że zarówno rodzaj surowca

(PSE, RFN), jak i zastosowanie porównywanych dodatków technologicznych nie miało istotnego wpływu na wielkość ubytków masy powstałych w trakcie obróbki termicznej szyniek. Na odmiennie tendencje w tym zakresie wskazywali O'Neill i wsp. (2003). W cytowanym eksperymencie autorzy badali jednak szynki parzone wytworzone z całego mięśnia, a nie restrukturyzowane. Obserwowany w niniejszej pracy brak wpływu obarczenia mięsa wadą PSE na wielkość ubytków powstających w trakcie obróbki termicznej produktu mógł być zatem efektem rozdrabniania i masowania (mieszania) mięsa. Na zasadność przyjęcia tej technologii w przetwórstwie mięsa PSE wskazywałem już we wcześniejszych rozdziałach Autoreferatu.

Analizując wpływ dodatku fosforanów i węgla sodu na ilość wycieku przechowalniczego wędzonek restrukturyzowanych stwierdziłem, że zastosowanie fosforanów w przetworach wyprodukowanych z mięsa PSE z 10 % dodatkiem solanki wpłynęło na istotne zmniejszenie ilości wycieku po 2 tygodniach przechowywania chłodniczego.

Ponieważ przetwórstwo mięsa PSE wiąże się z ryzykiem powstania wyrobu o pogorszonej strukturze w opisywanych badaniach dużo uwagi poświęciłem problematyce wpływu dodatku fosforanów i węgla sodu na kształtowanie tekstury produktów. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdziłem istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi wariantami szyniek restrukturyzowanych w takich wyróżnikach tekstury jak spoistość i sprężystość. W przypadku twardości wyrobów wyprodukowanych zarówno z 10, jak i 35 % dodatkiem solanki stwierdziłem, że fosforany wpłynęły na znaczne zwiększenie twardości wyrobu wyprodukowanego z surowca obciążonego wadą PSE. Na podobne tendencje wskazują badania Słowińskiego i Jastrzębskiej (2006). Analizując wyniki pomiarów żujności wędzonek stwierdziłem ponadto, że zastosowanie fosforanów spowodowało, że wyroby wyprodukowane z ich udziałem cechowały się istotnie wyższymi wartościami tego parametru tekstury niż wyrób kontrolny z mięsa PSE (zarówno przy 10, jak i 35 % dodatku solanki). Słabszy efekt w tym zakresie miały natomiast węglany. Analizując wyniki pomiarów żujności wyrobów stwierdziłem ponadto, że różnice w tym parametrze tekstury wyrobów pomiędzy wędzonką z mięsa RFN a PSE występowały tylko przy większym, tj. 35 % dodatku solanki. Świadczy to o tym, że przy mniejszym dodatku solanki zastosowanie surowca o niższej jakości (PSE) nie pogarszało żujności wędzonek. Badając wpływ dodatku fosforanów i preparatu zawierającego węgiel sodu na siłę cięcia wędzonek restrukturyzowanych stwierdziłem, że przy mniejszym (tj. 10 % dodatku solanki) dodatek porównywanych preparatów nie różnicował wartości tego parametru tekstury. Przy większym tj. 35 % dodatku solanki zastosowanie zarówno fosforanów, jak i węgla sodu spowodowało obniżenie wartości siły cięcia produktów do poziomu obserwowanego w wyrobie kontrolnym z mięsa RFN. Stwierdziłem również, że dodatek preparatu zawierającego węgiel sodu do mięsa typu PSE nie miał istotnego wpływu na siłę penetracji wędzonek. Natomiast zastosowanie dodatku fosforanów spowodowało istotne zwiększenie wartości siły penetracji. Zależności te były obserwowane przy obu poziomach dodatku solanki.

Bardzo ważnym wyróżnikiem jakości wędzonek jest ich barwa. W opisywanym eksperymencie stwierdziłem, że wartość składowej barwy L^* , określającej jasność wędzonki, była wyższa w wariantcie kontrolnym szyniek z mięsa PSE z 10 % dodatkiem solanki niż w wariantcie kontrolnym z mięsa RFN. Zastosowanie dodatku fosforanów skutkowało tym, że wyroby z ich udziałem były ciemniejsze nawet od wariantu kontrolnego z mięsa RFN. Podobne tendencje obserwowali też inni autorzy (Zawadzka i Kłossowska 2002). W przypadku składowej barwy a^* istotne statystycznie różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami wędzonek stwierdziłem wyłącznie przy mniejszym tj. 10 % dodatku solanki. Dodatek preparatu zawierającego węgiel sodu powodował, że barwa produktu z mięsa PSE była zbliżona do barwy produktu z mięsa dobrej jakości. Nie stwierdziłem ponadto istotnego wpływu dodatku

fosforanów i preparatu zawierającego węglan sodu na wartości składowej barwy b* wędzonek wytworzonych z mięsa obarczonego wadą PSE.

Analizując wpływ dodatku fosforanów i preparatu zawierającego węglan sodu na jakość sensoryczną szynki wyprodukowanych z mięsa PSE stwierdziłem, że w przypadku szynki z większą ilością dodatku solanki (35 %) dodatek fosforanów powodował, że powierzchnia wyrobów oceniana była jako bardziej sucha (niż pozostałych wariantów wyrobów). Takiego efektu nie stwierdziłem przy mniejszym dodatku solanki. Stwierdziłem ponadto, że dodatek preparatu zawierającego węglan sodu do wyrobu z mięsa typu PSE (przy 10 % dodatku solanki), spowodował zwiększenie wysokości not przyznawanych w ocenie soczystości do poziomu obserwowanego w wyrobie kontrolnym z mięsa RFN. Nie stwierdziłem natomiast wpływu porównywanych dodatków technologicznych na takie deskryptory jakości sensorycznej wędzonek jak obecność zapachów obcych, nietypowych dla wyrobu typu szynki restrukturyzowana, obecność posmaków obcych oraz pożądalność ogólna wyrobów.

Podsumowując, na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że do produkcji szynki restrukturyzowanych wytworzonych z mięsa o obniżonej jakości technologicznej (PSE) bardziej zasadne jest zastosowanie preparatu fosforanowego niż preparatu zawierającego węglan sodu ze względu na szersze spektrum jego działania. Preparat fosforanowy powodował bowiem zmniejszenie ilości wycieku przechowalniczego (przy 10 % dodatku solanki), wzrost twardości, żujności i siły penetracji obniżenie wartości składowej barwy L* oraz zmniejszenie wilgotności powierzchni wyrobów wyprodukowanych z mięsa PSE.

4.3.3. Podsumowanie

Wysoka częstość występowania mięsa obarczonego wadą PSE jest obecnie istotnym problemem w wielu krajach. Mięso takie charakteryzuje się m.in. pogorszoną zdolnością wiązania i utrzymywania wody, zbyt jasną barwą i nieprawidłową strukturą. Obecność takiego mięsa w handlu jest krytycznie oceniana przez konsumentów a jego zagospodarowanie przetwórcze może skutkować powstawaniem produktów o pogorszonej jakości i obniżonej wydajności. Ograniczenie problemów związanych z występowaniem mięsa PSE stanowi zatem wyzwanie przed jakim stoi współczesny przemysł mięsny. Ich rozwiązanie może poprawić wyniki ekonomiczne zakładów mięsnych i przyczynić się do poprawy wizerunku mięsa i przetworów mięsnych wśród konsumentów. Jedną z możliwości ograniczenia problemów związanych z występowaniem mięsa obarczonego wadą PSE jest wprowadzenie rozwiązań zaproponowanych przeze mnie w projekcie systemu zapewnienia jakości mięsa (O1) oraz w cyklu sześciu publikacji naukowych (O2, O3, O4, O5, O6). Przedstawione opracowania pozwoliły na pogłębienie wiedzy w zakresie ograniczania występowania, diagnostyki i zagospodarowania przetwórczego mięsa wieprzowego obarczonego wadą PSE.

Ograniczenie problemów związanych z mięsem obnaczonym wadą PSE wymaga podejmowania działań na wielu poziomach.

W pierwszej kolejności należy dążyć do ograniczenia częstości występowania mięsa obarczonego wadą PSE. Można to osiągnąć produkując mięso zgodnie z wytycznymi określonymi w Zeszycie branżowym Kulinarne mięso wieprzowe systemu QAFP. Działania podejmowane w tym zakresie wymagają uwzględnienia wielu czynników przed i poubojowych. Spośród nich, celem ograniczenia częstości występowania wady PSE, należy przede wszystkim zapewnić, że świnie kierowane do uboju są wolne od genu RYR1^T, należy dobierać genotypy świń o potwierdzonej niskiej częstości występowania wady PSE (w tym rasę duroc i puławska),

należy zadbać o dobrostan świń w trakcie trwania obrotu przedubojowego, w tym szczególnie w trakcie operacji załadunkowych i rozładunkowych oraz w trakcie transportu, postępując ze zwierzętami z uwzględnieniem ich naturalnego zachowania, należy zapewnić świniom odpoczynek przed ubojem i minimalizować ich stres na etapie doprowadzania do stanowiska oszalańniania, należy przestrzegać parametrów oszalańniania i wykrwawiania, należy również ograniczać ryzyko podniesienia temperatury tuszy w trakcie operacji obróbki poubojowej oraz prowadzić szybkie, dwustopniowe wychładzanie tusz. Uwzględnienie tych czynników w produkcji mięsa może przyczynić się do znacznego ograniczenia częstości występowania mięsa obarczonego wadą PSE. Niestety, ponieważ na końcową jakość mięsa wpływa wiele czynników przed i poubojowych praktycznie nie jest możliwe uzyskanie pewności, że produkowane mięso będzie w pełni wolne od wad jakościowych nawet przy spełnieniu wszystkich zaleceń przedstawionych w Systemie. Konieczna jest zatem precyzyjna klasyfikacja mięsa pozwalająca na skuteczne wydzielenie mięsa obarczonego wadą PSE z partii produkcyjnej. Dzięki temu mięso takie nie zostanie wprowadzone do obrotu handlowego.

Kontrola jakości mięsa w zakresie występowania wady PSE może być prowadzona różnymi metodami. W Zeszycie branżowym Kulinarne mięso wieprzowe zaproponowałem metody pozwalające na precyzyjną i skuteczną klasyfikację mięsa w warunkach przemysłowych. Metody te opierają się na pomiarze pH i przewodności elektrycznej (wykonywanym w mięśniu najdłuższym *m. longissimus*). Przy klasyfikacji bazującej na pomiarze pH pierwszy pomiar (wskazujący na tempo przebiegu poubojowej glikogenolizy) należy przeprowadzić 45 minut po uboju (pH_1). O wystąpieniu defektu jakościowego typu PSE świadczy wartość pH_1 poniżej 6,1. Drugi pomiar pH należy wykonać po 24 godzinach od uboju, a wartość kryterialna w przypadku mięsa PSE wynosi $pH_2 < 5,5$. Przy selekcji mięsa w oparciu o pomiar przewodności elektrycznej wartością kryterialną dla mięsa PSE jest $PE > 8$ mS/cm. Żeby zwiększyć pewność klasyfikacji mięsa metoda instrumentalna powinna być uzupełniona o klasyfikację wizualną prowadzoną przez wyszkolonego klasyfikatora. W tym przypadku klasyfikacja powinna opierać się na identyfikacji cech charakterystycznych dla wady PSE tj. bardzo jasnej barwy, nieprawidłowej struktury mięsa i zwiększonej ilości wycieku swobodnego. Pomocą w przeprowadzeniu klasyfikacji mogą być wzorce jasności barwy. Pomimo, że jasna barwa mięsa jest cechą charakterystyczną dla wystąpienia defektu typu PSE, klasyfikacja jakościowa mięsa nie może być jednak prowadzona wyłącznie w oparciu o określenie (sensoryczne lub instrumentalne) jego barwy. Wskazują na to m.in. wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań nad możliwością wykorzystania w klasyfikacji jakościowej mięsa (*m. semimembranosus*) systemów wizyjnych (CVS). Pomimo obserwowanych istotnych różnic w jasności barwy mięsa obarczonego wadą PSE, w porównaniu z mięsem normalnym, uzyskane wyniki wskazują na ograniczone możliwości zastosowania CVS do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego (*m. semimembranosus*). Wyznaczone współczynniki korelacji i determinacji pomiędzy składowymi barwy charakteryzującymi jasność a pH mięsa kształtowały się bowiem na stosunkowo niskim poziomie, co było prawdopodobnie związane z nietypową, niejednorodną barwą przekroju mięśnia *semimembranosus*. Przy tak zróżnicowanym surowcu mięsnym pomiary barwy należy zatem stosować jako pomiary uzupełniające w klasyfikacji jakościowej. Jednocześnie stwierdzona specyfika mięsa *m. semimembranosus* powinna być uwzględniana w zakładach mięsnych w jego klasyfikacji i podejmowaniu decyzji o zagospodarowaniu kulinarnym lub przetwórczym. Jak wynika z przeprowadzonych badań zróżnicowanie barwy mięsa przekłada się bowiem na barwę produktów (szynek parzonych). W celu uzyskania jednolitej szarzy produkcyjnej i uniknięcia zbytniego zróżnicowania barwy szynków parzonych celowym jest oddzielanie z mięśnia półbłoniastego części o wyraźnie różnej barwie. Zasadność takiego postępowania wynika również ze stwierdzonej zależności pomiędzy barwą mięsa a jego

jakością przetwórczą. Mięso o większej wartości składowej barwy L* charakteryzowało się bowiem gorszą jakością przetwórczą, co może wskazywać, że części mięśnia o wyraźnie większej jasności obciążone są wadą wodnistości. Produkcja szynek z różnych części mięśnia (o różnej jasności) skutkowało również uzyskaniem różnych wyników produkcyjnych, w tym różnego przyrostu masy w trakcie peklowania zalewowego i różnej ilości ubytków masy w trakcie parzenia.

Kolejnym obszarem działań w ograniczaniu problemów związanych z mięsem obciążonym wadą PSE w przemyśle musi być odpowiednie jego wykorzystanie przetwórcze. Jak wynika z przeprowadzonych przeze mnie badań mięso PSE może być wykorzystane jako surowiec do produkcji konserw typu wieprzowina w sosie własnym lub do produkcji wędzonek restrukturyzowanych parzonych. Stwierdziłem bowiem, że w przypadku konserw typu wieprzowina w sosie własnym niekorzystne cechy jakości technologicznej mięsa PSE w niewielkim stopniu przełożyły się na jakość produktów. Zastąpienie zarówno 50 %, jak i całości mięsa RFN mięsem PSE nie miało m.in. istotnego wpływu na przebieg procesu sterylizacji konserw, nie skutkowało zwiększeniem ilości wydzielonego tłuszczu i galarety w konserwie, nie miało wpływu na mierzone instrumentalnie parametry tekstury oraz na wiele wyróżników jakości sensorycznej, w tym ogólną pożądalność produktu. Jediną negatywną cechą mięsa PSE, która przełożyła się na jakość produktu była barwa. Konserwy z mięsa PSE, podobnie jak mięso PSE, odznaczały się jaśniejszą barwą i większym udziałem składowej barwy b*. Również restrukturyzowanie może być skuteczną metodą ograniczenia niekorzystnego wpływu obciążenia mięsa wadą PSE na jakość produkowanych wyrobów. Stwierdziłem bowiem, że z wyjątkiem jaśniejszej barwy szynki restrukturyzowane wędzone-parzone wyprodukowane z mięsa PSE cechowały się zbliżoną jakością do szynki wyprodukowanych z mięsa dobrej jakości.

Celem zapewnienia wysokiej i powtarzalnej jakości wędzonek restrukturyzowanych z mięsa PSE zasadnym jest również zastosowanie dodatków technologicznych zmniejszających niekorzystny wpływ jakości surowca na jakość produktów. W produkcji wyrobów restrukturyzowanych z mięsa obciążonego wadą PSE można rekomendować wykorzystanie izolatu białek sojowych i preparatu białek kolagenowych. Ich zastosowanie pozwala na wytworzenie z mięsa obciążonego wadą PSE produktów dobrej jakości, przy czym zastosowanie preparatu białek kolagenowych, w porównaniu z preparatem białek sojowych, pozwala na ograniczenie wielkości wycieku w trakcie przechowywania chłodniczego produktów. Zastosowanie preparatu białek sojowych wpływa natomiast na uzyskanie produktu o większej twardości i żujności. Do produkcji szynki restrukturyzowanych wytworzonych z mięsa obciążonego wadą PSE można stosować również preparaty fosforanowe. Ich dodatek do farszu powodował bowiem zmniejszenie ilości wycieku przechowalniczego, wzrost twardości, żujności i siły penetracji, zmniejszenie wilgotności oraz obniżenie wartości składowej barwy L* powierzchni wyrobów.

Ograniczenie problemów związanych z występowaniem mięsa obciążonego wadą PSE w przemyśle mięsnym jest możliwe, wymaga jednak podjęcia kompleksowych działań w zakresie kontroli punktów krytycznych w powstawaniu wady PSE w całym łańcuchu produkcji mięsa, wprowadzenia skutecznych systemów klasyfikacji mięsa oraz stosowania metod przetwórczych uwzględniających jego charakterystykę

Literatura:

1. Adzitey, F., Nurul, H. (2011): Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - a mini review. *International Food Research Journal*, 18, 11-20.
2. Bañón, S., Gil, M. D., Granados, M. V., Garrido, M. D. (1998): The effect of using PSE meat in the manufacture of dry-cured ham. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 206, 88-93.
3. Barbut, S., Sośnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E., Wilson, E. W. (2008): Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79, 46-63.
4. Bidner B.S., Ellis M., Brewer M.S., Campion D., Wilson E.R., McKeith F.K., (2004): Effect of ultimate pH on the quality characteristics of pork. *Journal of Muscle Foods* 15, 139-154.
5. Binke, R. (2004): Vom Muskel zum Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 84(5), 222-227.
6. Bowker, B. C., Grant A. L., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., (2000): Muscle metabolism and PSE pork. *Journal Animal Science*, 79 (Suppl. 1), 1-8.
7. Branschied, W., Hoereth, R., Baulain, U., Tholen, E., Dobrowolski, A. (2004): Estimation of the carcass composition based on the combination of the video imaging analysis with the other grading systems. *Fleischwirtschaft*, 84, 98-101.
8. Brewer, M. S., Novakofski, J., Freise, K. (2006): Instrumental evaluation of pH effects on ability of pork chops to bloom. *Meat Science*, 72, 596-602.
9. Brewer, M. S., Zhu, L. G., Bidner, B., Meisinger, D. J., McKeith, F. K. (2001): Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*, 57, 169-176.
10. Camou, J. P., Sebranek, J. G. (1991): Gelation characteristics of muscle proteins from pale, soft, exudative (PSE) pork. *Meat Science*, 30, 207-220.
11. Chao, K., Park, B., Chen, Y. R., Hruschka, W. R., Wheaton, F. W. (2000): Design of a dual - camera system for poultry carcasses inspection. *Applied Engineering in Agriculture*, 16, 581-587.
12. Chen, T., Zhou, G. H., Xu, X. L., Zhao, G. M., Li, Ch.-B. (2010): Phospholipase A2 and antioxidant enzyme activities in normal and PSE pork. *Meat Science*, 84, 143e146.
13. Chen, W., Forrest, J. C., Peng, I. C., Pratt, D. E., Judge M. D. (1993): Palatability of prerigor cooked boar meat. *Journal of Animal Science*, 71, 645-650.
14. ChereL, P., Glénisson, J., Figwer, P., Pires, J., Damon, M., Franck, M., Le Roy, P. (2010). Updated estimates of HAL n and RN- effects on pork quality: Fresh and processed loin and ham. *Meat Science*, 86, 949-954.
15. Chmiel, M., Słowiński, M., Dasiewicz, K., Mościcka, K. (2012): Porównanie jakości technologicznej mięsa wieprzowego zaklasyfikowanego do różnych grup jakości. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 570, 19-29.
16. Chmiel, M., Słowiński, M., Dasiewicz, K. (2011). Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat. *Meat Science*, 88, 566-570.
17. Di Luca, A., Mullen, A. M., Elia, G., Davey, G., Hamill, R. M. (2011): Centrifugal drip is an accessible source for protein indicators of pork ageing and water-holding capacity. *Meat Science*, 88, 261-270.
18. Dikeman, M., E. (2003): Metabolic modifiers and genetics: effects on carcass traits and meat quality. Proc. 49th ICoMST, Brazil, 1-38.
19. Džinić, N., Petrović, L. J., Tomović, V., Jakanović, M. (2009): Influence of seasons on pig halves and meat quality (*m. longissimus dorsi*) of three-race hybrids. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6), 803-809.
20. Faucitano, L., Ielo, M. C., Ster, C., Lo Fiego, D. P., Methot, S., Saucier, L. (2010): Shelf life of pork from five different quality classes. *Meat Science*, 84, 466-469.
21. Faucitano, L., Ielo, M.C., Ster, C., Lo Fiego, D.P., Methot, S., Saucier, L. (2010). Shelf life of pork from five different quality classes. *Meat Science* 84, 466-469
22. Fischer, K. (2007): Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124(1), 12-18.
23. Fisher, P., Mellett, F.D., Hoffman, L.C. (2000): Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. *Meat Science* 2000, 54, 97-105.

24. Fortin, A., Tong, A. K. W., Robertson, W. M., Zawadski, S. M., Landry, S. J., Robinson, D. J., i wsp. (2003): A novel approach to grading pork carcasses: computer vision and ultrasound. *Meat Science*, 63, 451-462
25. Gajana, C. S., Nkukwana, T. T., Marume, U., Muchenje, V. (2013). Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. *Meat Science*, 95, 520-525.
26. Guàrdia, M. D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M. A., Gispert, M., Diestres, A. (2009). Risk assessment of skin damage due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science*, 81, 745-751.
27. Gwiazda, S., Dąbrowski, K., Rutkowski, A. (2011): Surowce do produkcji przetworów mięsnych. W: Mięso – podstawy nauki i technologii. Red. A. Pisula i E. Pospiech. Wyd. SGGW, Warszawa 2011.
28. Hansen, E., Juncher, D., Henckel, P., Karlsson, A., Bertelsen, G., & Skibsted, L. H. (2004). Oxidative stability of chilled pork chops following long term freeze storage. *Meat Science*, 68, 479-484.
29. Jankiewicz, L., Słowiński, M. (1999): Technologia produkcji wędlin. Wędzonki parzone. Wyd. Polskie Wydawnictwo Fachowe, seria Mięso i Wędliny.
30. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C., & Park, G. B. (1999): The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine *longissimus* muscle. *Meat Science*, 52, 291-297.
31. Karamucki, T., Jakubowska, M., Rybarczyk, A., Gardzielewska, J. (2013): The influence of myoglobin on the colour of minced pork loin. *Meat Science*, 94, 234-238.
32. Koćwin-Podsiadła, M., Zybert, A., Krzęcio, E., Antosik, K., Sieczkowska, H. (2009): Biochemiczne mechanizmy kontrolujące jakość wieprzowiny. Genomika bydła i świń. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2009, 80-92.
33. Kortz, J., Rybarczyk, A., Pietruszka, A., Czarnecki, R., Jakubowska, M., Karamucki, T. (2004): Effect of HAL genotype on normal and faulty meat frequency in hybrid fatteners. *Polish Journal of Food Nutrition Science* 13, 387-390.
34. Kuo, C. C., Chu, C. Y. (2003): Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Meat Science*, 64, 441-449.
35. Laville E., Sayd T., Santé-Lhoutellier V., Morzel M., Labs R., Franck M., Chambon Ch., Monin G., (2005): Characterisation of PSE zones in semimembranosus pig muscle. *Meat Science* 70, 167-172.
36. Lee, S., Norman, J. M., Gunasekaran, S., van Laack, R. L. J. M., Kim, B. C., Kauffman, R. G. (2000): Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science*, 55, 385-389.
37. Lesiów, T. (2003): Stosowanie fosforanów w przetwórstwie mięsa – aspekty technologiczne i zdrowotne. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (34) Supl., 84-95.
38. Mancini, R. A., Hunt, M. C. (2005): Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100-121
39. Mollah, B. R., Hasan, A., Sala, A., Ali, A. (2010): Digital image analysis to estimate the live weight of broiler. *Computers and Electronics in Agriculture*, 72, 48-52.
40. Motzer, E. A., Carpenter, J. A., Reynolds, A. E., Lyon, C. E. (1998): Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders. *Journal of Food Science*, 63(6), 1007-1011.
41. Müller, W. D. (1991): Cooked, cured products. *Fleischwirtschaft*, 71, 544
42. Nam, K. C., Du, M., Jo, C., Ahn, D. U. (2002): Effect of ionizing radiation on quality characteristics of vacuum-packed normal, pale-soft-exudative, and dark-firm-dry pork. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 73-79.
43. Norman, J. L., Berg, E. P., Ellersieck, M. R., Lorenzen, C. L. (2004): Prediction of color and pH measurement throughout boneless center-cut pork loins. *Meat Science*, 66, 273-278.
44. O'Neil, D.J., Lynch, P.B., Troy, D.J., Buckley, D.J., Kerry, J.P. (2003). Effects of PSE on the quality of cooked hams. *Meat Science* 64, 113-118.
45. Offer, G. (1991): Modelling of the formation of pale soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science* 30, 157-184.
46. Pabiou, T., Fikse, W. F., Cromie, A. R., Keane, M. G., Näsholm, A., Berry, D. P. (2011): Use of digital images to predict carcass cut yields in cattle. *Livestock Science*, 137, 130-140

47. Person, R. C., McKenna, D. R., Ellebracht, J. W., Griffin, D. B., McKeith, F. K., Scanga, J. A., Belk, K. E., Smith, G. C., Savell, J. W. (2005): Benchmarking value in pork supply chain: Processing and consumer characteristics of hams manufactured from different quality raw materials. *Meat Science* 70, 91-97.
48. Pisula, A., Pospiech, E., (2011): Mięso – Podstawy nauki i technologii. Wyd. SGGW w Warszawie
49. Pospiech, E. (2000): Diagnostowanie odchyleń jakościowych mięsa. *Gospodarka Mięsna* 52 (4), 68-71.
50. Prost, E.K., (2006): Zwierzęta rzeźne i mięso – ocean i higiena. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.
51. Rejchert J. E. (1997): Herstellung von Roh- und Kochschinken. *Fleischwirtschaft* 77 (4), 341-344.
52. Rosenvold, K., Andersen, H. J. (2003): Factors of significance for pork quality—a review. *Meat Science*, 64, 219-237.
53. Rynek mięsa (2018): Analizy rynkowe. Rynek mięsa Stan i perspektywy. Wydawnictwo Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa.
54. Santos, C., Roseiro, L. C., Goncalves, H. Melo, R. S. (1994). Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughterhouse: a survey. *Meat Science*, 38, 279-287.
55. Scanga, J. A., McKeith, F. K., Savell, J. W., Belk, K. E., Griffin, D. B., Wright, L. I., Stetzer, A. J., Person, R. C., Lonergan, S. M., Powell, T. H., Meisinger, D. J., Smith, G. C. (2003). Benchmarking Value in the Pork Supply Chain: Quantitative Strategies and Opportunities to Improve Quality. Final Report to the National Pork Board by Colorado State University, University of Illinois at Urbana, Texas A&M University and Iowa State University to the American Meat Science Association, Savoy, IL.
56. Schilling, M. W., Marriott, N. G., Acton, J. C., Anderson-Cook, C., Alvarado, C. Z., Wang, H. (2004): Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. *Meat Science*, 66, 371-381.
57. Schilling, M. W., Mink, L. E., Gochenour, P. S., Marriott, N. G., Alvarado, C. Z. (2003): Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. *Meat Science*, 65, 547-553.
58. Słowiński, M. (2011): Proces technologiczny produkcji wędzonek. W: Mięso – podstawy nauki i technologii. Red. A. Pisula i E. Pospiech. Wyd. SGGW, Warszawa 2011.
59. Słowiński, M., Jastrzębska, K. (2006): Wpływ wielkości dodatku fosforanów o różnym pH ich roztworu na wybrane wyróżniki jakości wyrobu blokowego z mięsa wieprzowego obciążonego wadą PSE. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* (64), 199-205.
60. Steiner, R., Wyle, A. M., Vote, D. J., Belk, E., Scanga, J. A., Wise, W., i wsp. (2003): Realtime augmentation of USDA yield grade application to beef carcasses using video image analysis. *Journal of Animal Science*, 81, 2239-2246
61. Strzelecki, J., Borzuta, K. (2002): Objawy PSE w tuszy wieprzowej oraz przemysłowa metoda selekcji jakościowej mięsa. *Gospodarka Mięsna*, 54 (12), 26-28.
62. Van de Perre, V., Ceustermans, A., Leyten, J., Geers, R. (2010). The prevalence of PSE characteristics in pork loin and cooked ham – Effects of season and lairage time. *Meat Science*, 86, 391-397.
63. Van Laack, R. L. J. M., Kauffman, R. G. (1999): Glycolytic potential of red, soft, exudative pork longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 77, 2971-2973.
64. Van Oeckel, M. J., Warnants, N. (2003): Variation of the sensory quality within the *m. longissimus thoracis et lumborum* of PSE and normal pork. *Meat Science*, 63, 293-299.
65. Van Oeckel, M. J., Warnants, N., Boucqué, ChV. (1999): Measurement and prediction of pork colour. *Meat Science*, 52, 347-354.
66. Von Seggern, D. D., Calkins, C. R., Johnson, D. D., Brickler, J. E., Gwartney, B. L. (2005): Muscle profiling: characterizing the muscles of the beef chuck and round. *Meat Science*, 71, 39-51.
67. Warner, R. D., Kauffman, R. G. & Russell, R. L. (1993). Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with the longissimus lumborum. *Meat Science*, 33, 359-372.
68. Warris, P. D., Brown, S. N., Paściak, P. (2006): The colour of the adductor as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Science*, 73, 565-569.
69. Weber, H. (2004): Wirkung und Wirkungsweise. 1. Teil. *Fleischwirtschaft*, 84 (7), 31-34.

70. Yasosky, J. J., Aberle, E. D., Peng, I. C., Mills, E. W., Judge, M. D. (1984): Effects of pH and Time of Grinding on Lipid Oxidation of Fresh Ground Pork. *Journal of Food Science* 49, 1510-1512.
71. Zawadzka, K., Kłossowska, B. (2002): Wpływ dodatku preparatów fosforanowych na związanie bloku modelowego produktu mięsnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4 (33), 41-51.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Moje zainteresowanie nauką o żywności i żywieniu rozpoczęło się w 1992 roku, kiedy podjąłem naukę w Technikum Przemysłu Cukierniczego w Zespole Szkół Przemysłu Spożywczego w Warszawie. W 1996 roku uzyskałem tytuł technika technologii żywności o specjalności cukiernictwo. Po zdaniu egzaminu dojrzałości rozpocząłem naukę na Wydziale Technologii Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka. Pracę magisterską pt. „Próba zastosowania pomiaru barwy do oceny wybranych wyróżników jakości mięsa kurcząt” wykonywałem w Zakładzie Technologii Mięsa Katedry Technologii Żywności pod kierunkiem dr inż. Mirosława Słowińskiego i opieką dr inż. Krzysztofa Dasiewicza. Praca ta została wyróżniona przez JM Rektora SGGW w Warszawie w konkursie na najlepszą pracę magisterską w kategorii prac o wybitnych wartościach wdrożeniowych. Studia magisterskie ukończyłem w 2001 roku, z wyróżnieniem. W tym samym roku rozpocząłem studia doktoranckie na Wydziale Technologii Żywności SGGW w Warszawie. Pracę doktorską pt.: „Badania nad wpływem wybranych czynników genetycznych na jakość mięsa wieprzowego” realizowałem w Zakładzie Technologii Mięsa Katedry Technologii Żywności pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Pisuli. Celem badań była ocena wpływu rasy i genotypu RYR1^T świń na jakość pozyskiwanego mięsa oraz ocena współzależności pomiędzy cechami użytkowości tucznej i rzeźnej świń a jakością mięsa. Część prowadzonych przeze mnie badań była finansowana ze środków przyznanych przez Komitet Badań Naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na realizację projektu „Ocena wpływu rasy na użytkowość rzezną trzody chlewnej oraz jakość pozyskiwanego z niej mięsa” (Grant promotorski Nr 3 PO6T 075 25). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że korzystniejszymi cechami jakości charakteryzowało się mięso tuczników ras złotnickiej pstrej, puławskiej i duroc, natomiast gorszymi świń rasy pietrain. Mięso świń obciążonych genem RYR1^T cechowało się niższą jakością wyrażoną m.in. wysoką częstością występowania wady PSE niż mięso świń wolnych od tego genu. Stwierdziłem ponadto, że świnię o wysokich cechach użytkowych, szczególnie użytkowości rzeźnej dostarczały mięso o niższej jakości kulinarnej i przerobowej. Poprawę jakości krajowej wieprzowiny należy zatem prowadzić w oparciu o szersze wykorzystanie świń ras rodzimych, eliminację ze stad zarodowych osobników obciążonych genem RYR1^T oraz ograniczenie doskonalenia świń w kierunku uzyskiwania wybitnych cech użytkowości rzeźnej. Zastosowanie tych rozwiązań wymaga jednak wprowadzenia specjalizacji w hodowli świń, celem wyodrębnienia osobników dostarczających mięso o wysokiej i gwarantowanej jakości. Ich hodowla będzie bowiem związana z koniecznością poniesienia przez producenta większych nakładów związanych z doбором i kontrolą materiału genetycznego oraz niższą efektywnością hodowli. Wyższa będzie zatem cena produkowanego mięsa. Uzyskany surowiec będzie można jednak przeznaczyć do produkcji gwarantowanej jakości mięsa kulinarnego oraz wysokogatunkowych wyrobów. Wyniki prowadzonych przeze mnie badań zostały opublikowane w czasopismach naukowych (Zał. 5, IID2.1/4-9).

W trakcie studiów doktoranckich, w 2002 roku, ukończyłem również Studia Podyplomowe w zakresie Doskonalenia Pedagogicznego na Wydziale Ekonomiczno-Rolniczym

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Brałem udział w kursie „Fresh Meat Technology” realizowanym w Agricultural University of Norway, Ås, Norway (2003). W trakcie kursu zapoznałem się z nowoczesnymi metodami pakowania mięsa zwierząt rzeźnych i ryb oraz produktów mięsnych, w tym z tematyką opakowań aktywnych i inteligentnych. W roku 2004 odbyłem także dwumiesięczny staż przemysłowy w międzynarodowej firmie konsultingowo audytorskiej Silliker Polska Sp. z o.o. w zakresie systemów zapewnienia jakości w przemyśle spożywczym. Staż ten pozwolił mi zapoznać się z zasadami tworzenia i funkcjonowania różnych systemów zapewnienia jakości żywności oraz prowadzenia audytów w zakładach przemysłu spożywczego i w punktach handlowych. Uzyskana wiedza została przeze mnie wykorzystana w późniejszych pracach nad tworzeniem systemu QAFP.

Po uzyskaniu stopnia doktora zostałem zatrudniony na stanowisku asystenta (12.2005) a po roku (12.2006) na stanowisku adiunkta w Zakładzie Technologii Mięsa Katedry Technologii Żywności Wydział Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W roku 2006 odbyłem trzymiesięczny staż naukowy w Instytucie Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie. W trakcie stażu zapoznawałem się z systemami zapewnienia jakości obowiązującymi w Laboratorium Badania Żywności i Środowiska oraz nowoczesnymi technikami analitycznymi wykorzystywanymi w tym laboratorium.

Po rozpoczęciu pracy w Zakładzie Technologii Mięsa Katedry Technologii Żywności WNoŻ SGGW w Warszawie moja działalność naukowa prowadzona była w wielu obszarach związanych głównie z produkcją i oceną jakości mięsa i przetworów mięsnych. W zakresie jakości mięsa prowadziłem m.in. prace badawcze dotyczące szeroko rozumianej jakości mięsa wieprzowego, wołowego, drobiowego (kurcząt, indyków, kaczek, strusi) i żubrowego, zarówno w aspekcie czynników wpływających na jakość mięsa, jak i oceny jakości mięsa. Prowadziłem również badania nad wpływem różnych czynników surowcowych i technologicznych na jakość przetworów mięsnych. Zajmowałem się ponadto tematyką zwiększania wartości żywieniowej mięsa i przetworów mięsnych.

W obszarze moich zainteresowań naukowych można wymienić następujące kierunki badawcze:

- Badania nad wpływem różnych czynników przedubojowych (genetycznych i pozagenetycznych) na jakość tusz i mięsa dużych zwierząt rzeźnych i drobiu
- Badania nad możliwością zastosowania technik wizyjnych do oceny wybranych surowców rzeźnych
- Badania nad możliwością zwiększenia wartości żywieniowej przetworów mięsnych
- Badania nad możliwością zwiększenia trwałości mięsa kulinarnego i produktów mięsnych
- Badania nad wpływem różnych procesów technologicznych na jakość produktów mięsnych

5.1. Badania nad wpływem różnych czynników przedubojowych (genetycznych i pozagenetycznych) na jakość tusz i mięsa dużych zwierząt rzeźnych i drobiu

Problematyką wpływu różnych czynników przedubojowych na jakość tusz i mięsa zwierząt rzeźnych zajmowałem się zarówno przed uzyskaniem stopnia doktora, jak i w późniejszej pracy naukowej. Wyniki prowadzonych badań zwiększyły wiedzę o kształtowaniu jakości surowców rzeźnych. Wiele prowadzonych badań w tym zakresie miało również aspekt praktyczny.

Badania nad wpływem różnych czynników na jakość tusz i mięsa zwierząt rzeźnych prowadzę w kilku obszarach tematycznych. Jednym z nich jest **wpływ genotypu** na jakość surowców pozyskiwanych z różnych gatunków zwierząt rzeźnych. Prowadzone przeze mnie

badania dotyczące świń opisałem w pkt. 4.3.2.1 Autoreferatu. W trakcie swojej pracy naukowej miałem również okazję uczestniczyć w badaniach nad wpływem różnych czynników genetycznych na użytkowość rzeźną i jakość mięsa indyków, prowadzonych przez zespół naukowców z Katedry Szczegółowej Hodowli Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie. Wyniki prowadzonych badań zostały przedstawione w czasopiśmie *British Poultry Science* (Zał. 5, II A2/4; II A2/12). Celem prowadzonych badań było określenie wpływu genotypu indyków na dynamikę przemian poubojowych i wybrane wyróżniki jakości mięsa. W eksperymentach porównywano mięśnie piersiowe i udowe indyków wolno rosnących (SG) i szybko rosnących (FG) oraz ich dwukierunkowych mieszańców (SG × FG; FG × SG). W badaniach przedstawionych w artykule II A2/4 (Zał. 5) stwierdzono, że niezależnie od tempa przemian poubojowych genotyp indyków nie wpływał istotnie na wiele wyróżników jakościowych mięsa ocenianych po 24 h od uboju. Wykazano jednak, że mięso lżejszych indyków (SG i SF) charakteryzowało się niższą zawartością tłuszczu, ale podobną zawartością białka w porównaniu z mięsem indyków FS i FG. Ponadto mięso samców z tych grup genetycznych było ciemniejsze. Mięso z mięśni piersiowych cięższych ptaków (FS i FG) było natomiast twardsze. Kierunek krzyżowania indyków wolno i szybko rosnących może zatem wpływać na jakość pozyskiwanego mięsa. W badaniach przedstawionych w artykule IIA2/12 (Zał. 5) stwierdzono natomiast, że mięśnie udowe indyków krzyżówek SF charakteryzowały się wyższą jakością w porównaniu do mięśni udowych indyków FS, w tym lepszą zdolnością utrzymywania wody, mniejszymi ubytkami masy podczas obróbki termicznej i niższą zawartością tłuszczu, przy podobnej zawartości białka.

W obszarze wpływu czynników genetycznych na jakość mięsa brałem również udział w unikatowych badaniach prowadzonych przez naukowców z Katedry Żywienia i Biotechnologii Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie, dotyczących jakości mięsa żubrów i żubroni. Uzyskane wyniki zostały zaprezentowane w czasopiśmie *Agricultural and Food Science* (Zał. 5, II A2/8). Celem prowadzonych badań było porównanie wybranych wyróżników jakości kulinarnej mięsa żubroni (*Bos taurus* × *Bison bonasus*), żubrów (*Bison bonasus*) oraz krów (*Bos taurus*). Stwierdzono m.in., że mięso żubrów i żubroni, w porównaniu z mięsem wołowym, charakteryzowało się niższą zawartością tłuszczu i popiołu a wyższą zawartością wody. Dodatkowo tłuszcz mięsa żubrów i żubroni, w porównaniu z tłuszczem mięsa wołowego charakteryzował się niższą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych i wyższą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Stwierdzono również, że mięso żubra europejskiego charakteryzowało się najwyższą siłą cięcia, istotnie wyższą niż w przypadku mięsa wołowego. Mięso żubrów i żubroni odznaczało się również wyższymi wartościami składowych barwy a* i b*.

W trakcie mojej pracy naukowej uczestniczyłem również w badaniach nad **wpływem różnych czynników hodowlanych (tj. systemu chowu i żywienia)** na jakość surowców rzeźnych. Uczestniczyłem m.in. w badaniach nad wpływem systemu utrzymania kaczek Pekin na wybrane cechy jakości mięśni piersiowych. Wyniki prowadzonych badań zostały zaprezentowane w czasopiśmie *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Animal Science* (Zał. 5, II D2.1/49). W eksperymencie porównywano jakość mięsa kaczek utrzymywanych systemem intensywnym i z dostępem do wybiegu. Stwierdzono, że system utrzymania kaczek miał istotny wpływ na takie cechy jakości mięsa jak wielkość ubytków masy w trakcie obróbki termicznej, jasność barwy oraz kruchość, soczystość i ogólną pożądalność. Wykazano m.in., że mięso kaczek utrzymywanych w systemie wolno wybiegowym charakteryzowało się lepszą jakością sensoryczną w porównaniu z mięsem kaczek utrzymywanych w systemie intensywnym, głównie ze względu na większą kruchość

i soczystość. Nie stwierdzono natomiast wpływu systemu utrzymania kaczek na skład chemiczny mięśni piersiowych.

W zakresie wpływu żywienia zwierząt rzeźnych na cechy użytkowości rzeźnej i jakość mięsa i tłuszczu prowadziłem m.in. badania nad wpływem dodatku do paszy roślinnych stymulatorów wzrostu na skład chemiczny i właściwości technologiczne mięsa kurcząt oraz na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego i sadełkowego. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że kurczęta żywione paszą z dodatkiem roślinnych stymulatorów wzrostu charakteryzowały się większą masą ciała niż kurczęta grupy kontrolnej. Nie stwierdzono jednocześnie niekorzystnego wpływu tych dodatków paszowych na badane wyróżniki jakości mięsa i tłuszczu. Wyniki prowadzonych badań zaprezentowano w czasopiśmie *Animal Science, Proc.* (Zał. 5, II D2.1/18) i na międzynarodowej konferencji naukowej (Zał. 5, III B2/4).

Brałem również udział w badaniach, których celem było określenie wpływu wybranych dodatków w do paszy o działaniu przeciwbakteryjnym (probiotyku, prebiotyku, soli sodowej kwasu n-masłowego) na wyróżniki produkcyjne, podstawowy skład chemiczny, właściwości technologiczne mięsa oraz profil kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego i sadełkowego. Wyniki badań przedstawiono w czasopiśmie *Medycyna Weterynaryjna* (Zał. 5, II D2.1/31). W badaniach wykazano, że podawanie kurczętom probiotyku, prebiotyku, a w szczególności soli sodowej kwasu n-masłowego stanowiło ochronę przed chorobotwórczymi bakteriami i zmniejszało liczbę padnięć ptaków. Stwierdzono ponadto, że mięso kurcząt żywionych paszą z dodatkami o działaniu przeciwbakteryjnym charakteryzowało się większą zawartością białka a mniejszą tłuszczu. Dodatek do paszy soli sodowej kwasu n-masłowego powodował również zwiększenie ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu w porównaniu do pozostałych grup żywieniowych. Niekorzystnym efektem tych zmian było jednak obniżenie stabilności oksydacyjnej tłuszczu. Stwierdzono ponadto niekorzystny wpływ porównywanych dodatków paszowych na jakość technologiczną pozyskiwanego mięsa.

W zakresie wpływu żywienia na użytkowość rzeźną i jakość mięsa świń brałem udział w badaniach, których celem było m.in. porównanie cech użytkowych i jakości surowców rzeźnych świń żywionych metodą *semi ad libitum* i restrykcyjnie. Wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* (Zał. 5, II D2.1/28, II D2.1/29) i zaprezentowane na międzynarodowej konferencji naukowej (Zał. 5, III B2/1). W opisywanych badaniach stwierdzono, że świnię żywione restrykcyjnie, w porównaniu do żywionych *semi ad libitum* charakteryzowały się mniejszymi przyrostami dziennymi, ale większą mięsnością. Jednocześnie pozyskane z nich mięso (*m. longissimus*) odznaczało się mniejszą ilością wycieku swobodnego, ale większą żuźnością i twardością. Stwierdzono również, że mięso świń żywionych restrykcyjnie odznaczało się mniejszą zawartością tłuszczu. Jednocześnie tłuszcz ten charakteryzował się korzystniejszym żywieniowo profilem kwasów tłuszczowych.

Spośród czynników oddziałujących na jakość mięsa w mojej pracy naukowej zajmowałem się również wpływem różnych czynników przed i poubojowych na jakość mięsa wołowego. Moje spostrzeżenia dotyczące tego zagadnienia przedstawiałem zarówno w publikacjach przeglądowych (Zał. 5, II D2.1/14; II D2.2/9-10), jak i doniesieniach naukowych. Prowadziłem m.in. badania nad **wpływem transportu** bydła na jakość mięsa. Wyniki prowadzonych badań zostały zaprezentowane w czasopiśmie *Animal Science, Proc.* (Zał. 5, II D2.1/11) i na międzynarodowej konferencji naukowej (Zał. 5, III B2/5). Celem badań było m.in. określenie wpływu długości i czasu transportu bydła na pH mięsa mierzone po 48 godzinach od uboju. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mięso pozyskiwane ze zwierząt transportowanych dłużej i z dalszych odległości charakteryzowało się wyższym pH.

Ważnym czynnikiem wpływającym na jakość tusz i mięsa zwierząt rzeźnych jest mięsność. W tym zakresie prowadziłem m.in. badania, których celem było określenie **wpływu masy i klasy uformowania** na udział elementów handlowych uzyskanych z tusz młodych buhajków. Wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* (Zał. 5, II D2.1/40) i zaprezentowane na konferencji naukowej (Zał. 5, III B1/15). W opisywanych badaniach stwierdzono m.in., że najwyższą wydajnością rzeźną charakteryzowały się buhaje klasy U, których tusze odznaczały się największym udziałem procentowym cennych elementów handlowych, tj. karkówki b/k, zrazowej górnej, krzyżowej oraz ligawy. Wraz ze wzrostem masy tuszy buhajów (niezależnie od klasy uformowania) spadała wydajność rzeźna oraz zmniejszały się procentowe uzyski najcenniejszych elementów tuszy a wzrastał procentowy udział kości, mięs drobnych i łoju.

Poza wydajnością rzeźną o wartości zwierząt rzeźnych dla przemysłu mięsnego świadczy jakość pozyskiwanego mięsa. Dlatego też w swojej pracy naukowej prowadziłem badania nad wpływem mięsności świń na jakość pozyskiwanego mięsa. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że pomimo braku istotnego wpływu mięsności na wiele analizowanych wyróżników jakości mięsa, to w przypadku tusz świń o wyższej mięsności stwierdzano większą częstość występowania mięsa wodnistego. Wskazuje to na niekorzystny wpływ wysokiej mięsności na jakość mięsa. Wyniki tych badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Medycyna Weterynaryjna* (Zał. 5, II D2.1/15).

W obszarze wpływu czynników związanych ze zwierzętami rzeźnymi na jakość mięsa analizowałem również **wpływ płci i masy** ubojowej strusi na skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych ich mięsa. Wyniki prowadzonych badań zaprezentowano w czasopiśmie *Animal Science, Proc.* (Zał. 5, II D2.1/13) i na międzynarodowej konferencji naukowej (Zał. 5, III B2/6). W cytowanych badaniach stwierdzono, że płeć i masa ubojowa strusi nie są czynnikami istotnie różnicującymi zawartość podstawowych składników chemicznych mięsa. Wpływają jednak istotnie na zawartość niektórych kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej mięsa, w tym kwasów o dużym znaczeniu żywieniowym. Stwierdzono, m.in. że mięso samców charakteryzuje się większym udziałem EPA i CLA, jednocześnie mięso strusi o większej masie ciała odznacza się niższą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych C 18:0 i C 20:0 oraz wyższą zawartością MUFA.

Problematyce charakterystyki surowców rzeźnych pozyskiwanych ze strusi zajmowałem się wraz z pracownikami Zakładu Technologii Mięsa WNoŻ SGGW w Warszawie również w innych badaniach. W czasopiśmie *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* zaprezentowano wyniki badań nad wydajnością rzeźną i uzyskiem elementów kulinarnych strusi pogłowa krajowego (Zał. 5, II D2.1/43). Stwierdzono, że strusie pogłowa krajowego charakteryzują się nieznacznie niższą wydajnością rzeźną niż jest przedstawiana w literaturze światowej. Podczas rozbiorów tusz strusich stwierdzono również znacznie niższe uzyski mięsa. Nie wynikało to jednak z nadmiernego otłuszczenia tusz, ponieważ uzysk tłuszczu był zbliżony do danych literaturowych. Powodem takich różnic mógł być natomiast proces starannego odbłaniania poszczególnych elementów anatomicznych powodujący powstawanie znacznej ilości błon z mięsem (8,8 % w stosunku do masy tuszy). W innych badaniach analizowałem wpływ rodzaju mięśnia na wybrane wyróżniki jakości kulinarnej mięsa strusiego. Materiał doświadczalny stanowiło mięso pozyskane z 20 strusi afrykańskich (*Struthio camelus molybdophanes*) z hodowli krajowej, ubijanych w wieku 12-18 miesięcy. Badania przeprowadzono na trzech mięśniach: *m. iliofibularis*, *m. iliotibialis cranialis* i *m. gastrocnemius pars externa*. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że za wyjątkiem barwy i zawartości kolagenu porównywane mięśnie charakteryzowały się zbliżoną jakością kulinarną, w tym zbliżonymi wartościami parametrów tekstury, podstawowym składem chemicznym

i wyróżnikami jakości sensorycznej. Uzyskane wyniki przedstawiono w *Rocznikach Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* Zał. 5, II D2.1/10).

Wraz z zespołem pracowników Zakładu Technologii Mięsa prowadziłem również badania, których celem była charakterystyka podrobów (tj. serca, żołądka i wątroby) strusich. Wyniki prowadzonych badań zaprezentowano w czasopiśmie *Journal of Poultry Science* (Zał. 5, II A2/6). Stwierdzono, że serca i żołądki strusi charakteryzowały się wysoką zawartością białka (odpowiednio 18,1 i 19,0 %) i niską zawartością tłuszczu (odpowiednio 2,0 i 0,9 %), typową dla chudego mięsa. Z tego względu mogłyby być cennym surowcem do produkcji wędlin podrobowych lub karmy dla zwierząt. Wątroby strusi odznaczały się natomiast nieznacznie niższą zawartością białka (16,6 %) i bardzo zróżnicowaną zawartością tłuszczu (4,4-28,4 %). Stwierdzono, że wątroby o większej masie odznaczały się istotnie większą zawartością tłuszczu a mniejszą białka, wody i popiołu. Tak duże zróżnicowanie surowca wymaga zatem jego klasyfikacji przed podjęciem decyzji o zagospodarowaniu przetwórczym.

5.2. **Badania nad możliwością zastosowania technik wizyjnych do oceny wybranych surowców rzeźnych**

Tematyką możliwości wykorzystania technik wizyjnych w ocenie jakości mięsa dużych zwierząt rzeźnych i drobiu zajmowałem się od początku mojej pracy naukowej. Część wyników prowadzonych przeze mnie badań, wykonywanych zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora, przedstawiłem we wcześniejszym rozdziale autoreferatu (4.3.2.2.b). Poza określeniem możliwości wykorzystania technik wizyjnych do oceny występowania wady mięsa typu PSE w swojej pracy badawczej zajmowałem się również określeniem możliwości wykorzystania innowacyjnej w nauce o mięsie techniki skanowania 3D do oceny jakości surowców rzeźnych oraz określeniem możliwości wykorzystania komputerowej analizy obrazu do wykrywania wad jakości mięsa wołowego.

Badania dotyczące **wykorzystania skanowania 3D do oceny jakości surowców rzeźnych** prowadziłem wspólnie z zespołem pracowników Zakładu Technologii Mięsa oraz we współpracy z naukowcami z Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Uczestniczyłem m.in. w badaniach, których celem było określenie możliwości wykorzystania skanowania 3D w klasyfikacji tuszek kurcząt pod względem udziału mięśnia piersiowego. Wyniki przeprowadzonych badań zostały zaprezentowane w czasopiśmie *Computers and Electronics in Agriculture* (Zał. 5, II A2/10). Badania prowadzone w tym zakresie stanowiły również podstawę zgłoszenia patentowego, którego jestem współautorem (Zał. 5, II B; Zgłoszenie patentowe nr. WIPO ST 10/C PL424332, Tytuł wynalazku: „Sposób klasyfikacji tuszek drobiu”). W cytowanych badaniach tuszki kurcząt o zróżnicowanej masie skanowano w technice 3D. Obrazy 3D każdej z tuszek dzielono na szereg przekrojów, w różnych płaszczyznach i wyznaczano ich pola powierzchni. Następnie po dysekcji tuszek określono masy całych piersi (*m. pectoralis major* i *minor*), które korelowano z polami powierzchni przekrojów. Stwierdzono, że spośród wyznaczonych powierzchni przekrojów najmniejsze błędy predykcji uzyskano wykorzystując przekrój w płaszczyźnie przechodzącej przez miejsce połączenia skrzydeł z tułowiem i prostopadłej do płaszczyzny symetrii tuszki. Stwierdzane wartości SEP były w tym przypadku niższe niż uzyskiwane w przemysłowej metodzie klasyfikacji na podstawie masy całej tuszki, w przypadku której SEP był prawie dwukrotnie wyższy. Pomiar powierzchni przekroju w tym miejscu może być zatem rekomendowany do klasyfikacji tuszek pod względem uzysku mięśni piersiowych.

W swojej pracy naukowej brałem również udział w badaniach nad możliwością wykorzystania **skanowania 3D jako nowoczesnej metody szacowania składu chemicznego**

mięsa wieprzowego. W eksperymencie, na podstawie chmury punktów zbieranych przy pomocy skanera 3D, określano objętość badanych mięśni (*m. semispinalis capitis*). Znając masy karkówek obliczano ich gęstość, którą następnie korelowano z zawartością podstawowych składników chemicznych mięsa (zawartością wody, białka, tłuszczu). Na zasadność podjęcia próby wykorzystania gęstości w szacowaniu składu chemicznego mięsa wskazują wcześniejsze badania, które prowadziłem z zespołem pracowników z Zakładu Technologii Mięsa. W badaniach opublikowanych w *Zeszytach Problemowych Postępów Nauk Rolniczych* (Zał. 5, II D2.1/42) analizowano możliwość wykorzystania technicznych pomiarów gęstości do szacowania składu chemicznego mięsa. Materiałem badawczym były mieszaniny modelowe uzyskiwane przez wymieszanie rozdrobnionego chudego mięsa wieprzowego (*m. longissimus*) z tłuszczem (słonina). Gęstość układu mięsno-tłuszczowego wyliczano dokonując pomiaru masy przy znanej jego objętości, którą wyznaczano umieszczając mieszaniny w rurach pomiarowych o znanej objętości. Uzyskane wyniki gęstości korelowano z wynikami oznaczeń podstawowego składu chemicznego. Stwierdzono m.in., że pomiary techniczne gęstości są metodą o zadowalającej dokładności w szacowaniu składu chemicznego mięsa. Wykorzystując w późniejszych badaniach do określania gęstości technikę skanowania 3D uzyskano istotne korelacje pomiędzy gęstością karkówek a zawartością wody ($r=0,5213$), białka ($r=0,5887$) i tłuszczu ($r=-0,6601$). Na podstawie uzyskanych wyników wydaje się możliwe wykorzystanie metody skanowania 3D do szacowania składu chemicznego mięsa. Wyniki przeprowadzonych badań opublikowano w czasopiśmie *Journal of Food Science* (Zał. 5, II A2/3). W dalszej części badań nad tą problematyką porównywano dokładność szacowania składu chemicznego mięsa przy użyciu skanowania 3D z metodami, w których gęstość mięsa wyznaczano metodą hydrostatyczną i piknometryczną. Stwierdzono, że najwyższe współczynniki korelacji (w wartości bezwzględnej) pomiędzy gęstością a składem chemicznym karkówek istnieją w przypadku stosowania metody hydrostatycznej. Jednocześnie wykazano, że błędy szacowania (SEP) uzyskane przy określaniu gęstości metodą skanowania 3D (wartość 3,3 % dla średniej zawartości tłuszczu 15,39 % oraz 1,0 przy średniej zawartości białka 17,37 %) były zbliżone do dopuszczalnego zakresu tolerancji przewidzianego prawem UE, który wynosi 20 % wartości średniej dotyczącej deklaracji zawartości tłuszczu i białka w produkcie. Wyniki przeprowadzonych badań zostały zaprezentowane w czasopiśmie *Food Analytical Methods* (Zał. 5, IIA2/9).

W mojej pracy naukowej zajmowałem się również **próbą wykorzystania technik wizyjnych do określania jakości mięsa**. Już w trakcie realizacji pracy magisterskiej zajmowałem się określeniem możliwości zastosowania pomiaru barwy do oceny wybranych wyróżników jakości mięsa kurcząt (Zał. 5, II E/1). Późniejsze realizowane przeze mnie prace nad możliwością wykorzystania techniki CVS do oceny jakości mięsa wieprzowego opisałem w rozdziale 4.3.2.2.b Autoreferatu. Dodatkowo badania dotyczące możliwości wykorzystania tej techniki w wykrywaniu wady PSE mięsa wieprzowego stanowią część mojego Osiągnięcia naukowego (O2). Poza wymienionymi projektami prowadziłem również, razem z zespołem pracowników Zakładu Technologii Mięsa, badania nad możliwością wykorzystania metody CVS w wykrywaniu wady jakości DFD mięsa wołowego. Były one realizowane w ramach projektu "Iuventus Plus" (IP2010 004970) „Zastosowanie komputerowej analizy obrazu do wykrywania wad jakości mięsa dużych zwierząt rzeźnych”, którego byłem wykonawcą. W opisywanych badaniach mięso wołowe (*m. semimembranosus*) dobrej jakości i obarczone wadą DFD analizowano pod względem składowych barwy oznaczonych m.in. przy użyciu CVS dla 3 modeli kolorów: RGB (czerwony, zielony, niebieski), HSV (odcień, nasycenie, wartość) i HSL (odcień, nasycenie, jasność). Wartości składowych barwy korelowano następnie z wyróżnikami jakości technologicznej mięsa. Stwierdzono, że technika CVS może być wykorzystywana w diagnostyce

jakości mięsa wołowego. Wskazują na to istotne współzależności pomiędzy składową V (z modelu barwy HSV) a pH mięsa wołowego. Wyniki powyższych badań opublikowano w *Journal of Animal Science* (Zał. 5, II A2/1) oraz czasopiśmie *Przemysł Spożywczy* (Zał. 5, II D2.1/38) i na konferencji naukowej (Zał. 5, III B1/19).

5.3. **Badania nad możliwością zwiększenia wartości zdrowotnej przetworów mięsnych**

Badania nad możliwością zwiększania wartości zdrowotnej przetworów mięsnych są, obok badań nad jakością mięsa zwierząt rzeźnych, jednym z ważniejszych obszarów mojej pracy naukowej. Część prowadzonych przeze mnie badań wykracza poza obszar technologii mięsa. Jestem współautorem 7 oryginalnych artykułów naukowych (Zał. 5, II A/14, II D2.1/22, 23, 36, 37, 44, 50) i 2 przeglądowych (Zał. 5, II A/5, IIB2.1/12) dotyczących tego tematu. Uzyskane wyniki były również prezentowane na konferencjach naukowych (Zał. 5, III B1/12, 14, 27, 30; IIB2/8). Prowadzone przeze mnie badania koncentrują się na problematyce **obniżania zawartości tłuszczu w przetworach mięsnych oraz na określeniu możliwości wykorzystania w ich produkcji różnych składników bioaktywnych**. Podejmowana przeze mnie tematyka badawcza zwiększania wartości zdrowotnej żywności stanowi odpowiedź na rosnące zainteresowanie konsumentów wpływem diety na zdrowie i wpisuje się w aktualne trendy światowych badań nad tworzeniem żywności prozdrowotnej. Część badań w tym zakresie jest prowadzona w ramach projektu naukowo-badawczego realizowanego ze środków przyznanych przez MNiSW na utrzymanie potencjału badawczego Wydziału Nauk o Żywności, którego jestem kierownikiem.

W obszarze możliwości kreowania prozdrowotnych przetworów mięsnych najwięcej prac badawczych prowadziłem nad możliwością wykorzystania w tym celu prebiotyków. Prebiotyki to węglowodany odporne na proces trawienia w górnej części układu pokarmowego, niewchłaniające się na żadnym odcinku układu pokarmowego i ostatecznie selektywnie fermentowane przez określone rodzaje bakterie okrężnicy. W artykule przeglądowym na ten temat, opublikowanym w czasopiśmie *Food & Function* (Zał. 5, II A2/5), przedstawiłem potencjał żywności zawierającej prebiotyki w zapobieganiu lub odraczeniu niektórych chorób dietozależnych, takich jak choroby sercowo-naczyniowe z hipercholesterolemią, osteoporoza, cukrzyca, infekcje żołądkowo-jelitowe i zapalenie jelit. Zaprezentowałem również dane dotyczące prebiotyków jako składników żywności oraz ich wpływ na jakość produktów spożywczych. Mechanizmy korzystnego wpływu prebiotyków na ludzkie zdrowie są bardzo trudne do określenia, ponieważ ich właściwości zdrowotne są związane z fermentacją przez mikroflorę jelitową. Wpływ prebiotyków na choroby związane z dietą zależy również od produktów ich fermentacji, z których najistotniejsze są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA – Short Chain Fatty Acids), które mogą indukować zmiany w mikroflorze jelitowej, obniżać pH przewodu pokarmowego okrężnicy i zwiększać wchłanianie wapnia. Prebiotyki jako dodatki do żywności mogą być bardzo cenne w tworzeniu żywności funkcjonalnej mającej na celu zapobieganie lub opóźnianie wielu chorób związanych z dietą. Prebiotyki jako funkcjonalne składniki żywności mają również wpływ na jakość produktów żywnościowych, ze względu na swoje właściwości teksturotwórcze, dzięki którym mogą być stosowane w produkcji żywności o niskiej zawartości cukru lub o niskiej zawartości tłuszczu, w tym w produktach do smarowania pieczywa, nadzieniach, produktach mlecznych, mrożonych deserach i sosach (Zał. 5, II A2/5) a także przetworach mięsnych (Zał. 5, II D2.1/12). Spośród prebiotycznych składników żywności najpowszechniej wykorzystywanym w przemyśle spożywczym jest inulina.

W mojej pracy naukowej prowadziłem m.in. badania nad możliwością zastąpienia surowca tłuszczowego 25 % (w/w) roztworem inuliny w produkcji pasztetów pieczonych, kiełbas drobno rozdrobnionych i konserw sterylizowanych. We wszystkich eksperymentach wytwarzałem cztery warianty produktów tj. wariant kontrolny i warianty eksperymentalne w których odpowiednio 1/3, 2/3 lub całość surowca tłuszczowego (podgardla) zastępowałem roztworem inuliny. Badania dotyczące możliwości wykorzystania inuliny jako zamiennika tłuszczu w produkcji pasztetów pieczonych przedstawiłem w *Rocznikach Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* (Zał. 5, II D2.1/22) i w czasopiśmie branżowym *Mięso i Wędliny* (Zał. 5, II D2.1/23) oraz zaprezentowałem na konferencji naukowej (Zał. 5, III B1/12). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że zastosowanie inuliny pozwala na redukcję zawartości tłuszczu w pasztetach pieczonych o około 20 % i jednoczesne zwiększenie wydajności produkcji o około 10 jedn. % przy zachowaniu jakości zbliżonej do pasztetów kontrolnych (bez dodatku inuliny). Większy poziom substytucji tłuszczu roztworem inuliny powodował jednak wyraźne pogorszenie jakości, w tym szczególnie zmniejszenie lepkości i znaczne pogorszenie pożądalności ogólnej wyrobów w wyniku pojawienia się wrażenia zbyt miękkiej i „wodnistej” ich struktury. Większe były również ubytki masy powstałe w trakcie pieczenia. Większa substytucja tłuszczu inuliną w produkcji pasztetów wymaga zatem wprowadzenia obok inuliny innych dodatków funkcjonalnych poprawiających związanie zwiększonej ilości wody i w efekcie strukturę wyrobu. Stwierdziłem ponadto, że zastąpienie tłuszczu roztworem inuliny, niezależnie od poziomu substytucji, nie miało istotnego wpływu na składowe barwy i aktywność wody pasztetów pieczonych. Nie powodowało również pojawienia się wycieku w opakowaniu w trakcie chłodniczego przechowywania wyrobów.

Badania nad możliwością wykorzystania inuliny jako zamiennika tłuszczu w produkcji kiełbas drobno rozdrobnionych zaprezentowałem w czasopiśmie *Nauka Przyroda Technologie* (Zał. 5, II D2.1/36) oraz na międzynarodowej konferencji naukowej (Zał. 5, IIIB2/8). Stwierdziłem, że zastąpienie tłuszczu roztworem inuliny, niezależnie od poziomu substytucji, nie miało istotnego wpływu na takie wyróżniki jakości jak sprężystość i spoistość kiełbas oraz składowe barwy. Nie powodowało również pojawienia się wycieku w opakowaniu w trakcie chłodniczego przechowywania wyrobów oraz nie przyczyniło się do zwiększenia ilości ubytków masy powstałych w trakcie ich ogrzewania przed konsumpcją. Zastąpienie całej ilości surowca tłuszczowego roztworem inuliny powodowało jednak istotne zmniejszenie wydajności obróbki wędzarniczo-parzelniczej, zmniejszenie żujności i twardości oraz istotne pogorszenie pożądalności ogólnej wyrobów w porównaniu z wyrobami kontrolnymi. Stwierdziłem, że maksymalny poziom substytucji tłuszczu inuliną, niepowodujący wyraźnego obniżenia jakości wyrobów, wynosił 2/3. Taki poziom substytucji pozwolił na zmniejszenie zawartości tłuszczu w gotowych wyrobach o około 45 % w stosunku do wyrobu kontrolnego (redukcja z 29,4 % do 15,9 %).

Wyniki badań nad możliwością wykorzystania inuliny jako zamiennika tłuszczu w produkcji konserw sterylizowanych przedstawiłem w czasopiśmie *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* (Zał. 5, II D2.1/37) oraz na konferencji naukowej (Zał. 5, III B1/14). Stwierdziłem, że stopień substytucji tłuszczu inuliną nie miał istotnego wpływu na pH farszu. Wymiana surowca tłuszczowego roztworem inuliny powodowała natomiast obniżenie lepkości pozornej farszu. Na podstawie przeprowadzonej oceny wybranych wyróżników jakości konserw stwierdziłem, że zastąpienie surowca tłuszczowego roztworem inuliny powodowało zwiększenie ilości wycieku termicznego, zmniejszenie jasności barwy oraz zmniejszenie sprężystości, spoistości, żujności i twardości bloków mięsnych konserw. Brak istotnych statystycznie różnic we wszystkich badanych wyróżnikach jakości pomiędzy konserwami kontrolnymi (bez substytucji tłuszczu) i eksperymentalnymi stwierdzałem tylko przy

najmniejszym stopniu substytucji, tj. zamianie 1/3 ilości surowca tłuszczowego roztworem inuliny.

Innym kierunkiem badań naukowych, jakie prowadzę w zakresie zwiększania wartości zdrowotnej przetworów mięsnych, jest określenie możliwości wykorzystania w tym celu dodatku orzechów i nasion roślin oleistych. Orzechy i nasiona roślin oleistych są bowiem składnikami naturalnie bogatymi w wiele związków bioaktywnych, w tym m.in. w wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy, składniki mineralne, błonnik oraz substancje fitochemiczne (np. karotenoidy, fenole i fitosterole). Wysoka wartość zdrowotna tych składników spowodowała, że w wielu krajach zostały one wprowadzone do zaleceń dietetycznych. Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) zaleca, w celu zmniejszenia ryzyka chorób niedokrwiennych serca, spożywanie 43 g / dzień takich orzechów jak: laskowe, włoskie, pekan, ziemne, migdały i pistacje. Niestety obecnie spożywanie orzechów jest często nieregularne i niższe od zalecanych poziomów. Jedną z możliwości zwiększenia częstości spożywania orzechów i nasion roślin oleistych jest wprowadzenie ich do składu recepturowego regularnie spożywanych produktów (np. przetworów mięsnych). Dlatego celem moich badań było określenie możliwości wzbogacania jednego z rodzajów przetworów mięsnych (restrukturyzowanych steków wołowych) w wybrane gatunki orzechów i nasion oleistych oraz określenie wpływu takiego wzbogacenia na jakość produktów. Wyniki prowadzonych badań opublikowałem w czasopiśmie *LWT - Food Science and Technology* (Zał. 5, II A2/14). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłem, że dodatek orzechów i nasion roślin oleistych miał istotny wpływ na wiele właściwości fizykochemicznych i sensorycznych restrukturyzowanych steków wołowych. Wpływ ten był różnicowany rodzajem wprowadzanych orzechów i nasion. Najbardziej niekorzystny wpływ na właściwości reologiczne i jakość sensoryczną restrukturyzowanych steków wołowych miał dodatek nasion lnu. Jednocześnie wprowadzenie tych cennych żywieniowo nasion pozwalało na znaczne, największe spośród porównywanych orzechów i nasion, zwiększenie w produkcie zawartości PUFA n-3. Dalszych badań wymaga zatem określenie optymalnej ilości dodatku nasion lnu tj. niepowodującej pogorszenia jakości produktu oraz poszukiwanie metod niwelowania tego niekorzystnego oddziaływania. Spośród porównywanych orzechów i nasion najmniejszy niekorzystny wpływ na jakość restrukturyzowanych steków wołowych miał natomiast dodatek orzechów pekan, włoskich, ziemnych i pistacji. Spośród nich najbardziej korzystną żywieniowo modyfikację profilu lipidowego produktów uzyskiwano dzięki dodatkowi orzechów włoskich, co wskazuje na możliwości wykorzystania tych orzechów w produkcji restrukturyzowanych przetworów mięsnych o zwiększonej wartości zdrowotnej.

5.4. Badania nad możliwością zwiększenia trwałości mięsa kulinarnego i produktów mięsnych

Intensywny rozwój handlu, w tym międzynarodowego, mięsem i przetworami mięsnymi wymusza poszukiwanie rozwiązań pozwalających na ograniczenie niekorzystnych zmian zachodzących w trakcie ich przechowywania i w efekcie wydłużenie okresu przydatności do spożycia. W mojej pracy naukowej uczestniczyłem w projektach pozwalających na osiągnięcie tych efektów m.in. poprzez **nowoczesne metody pakowania**. Celem badań, których wyniki opublikowano w *The Journal of Applied Poultry Research* (Zał. 5, II A2/11), było określenie wpływu pakowania w atmosferze modyfikowanej MAP z mieszaniną gazów zawierającą 75 % O₂ i 25 % CO₂ na trwałość mięsa z piersi kurczaka (*m. pectoralis*). Próbki mięsa kulinarnego zapakowane tą metodą porównywano z próbkami pakowanymi w atmosferze powietrza (na tackach polistyrenowych owiniętych folią PVC). Zakres prowadzonych badań obejmował pomiar

składu gazu w opakowaniach MAP, ocenę wybranych wyróżników jakości kulinarnej mięsa oraz jakości mikrobiologicznej (ogólna liczba bakterii, bakterie kwasu mlekowego i *Pseudomonas spp.*) przez maksymalnie 9 dni przechowywania w chłodni lub ladzie chłodniczej. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mięso pakowane w MAP charakteryzowało się wyższą jakością i dłuższym okresem przydatności do spożycia w porównaniu z mięsem owiniętym PVC, co przejawiało się wolniejszymi i mniej intensywnymi zmianami jakości. Mięso zawinięte w folię PVC charakteryzowało się niedopuszczalną jakością już w 7 dniu przechowywania w witrynie, podczas gdy mięso MAP charakteryzowało się akceptowalną jakością do końca eksperymentu - po 9 dniach. Pakowanie w MAP pozwala zatem na wydłużenie okresu trwałości mięsa w porównaniu z mięsem owiniętym folią PVC (w atmosferze normalnego powietrza) o co najmniej jeden dzień przy przechowywaniu w chłodni, a co ważniejsze o 2 dni przypadku przechowywania w witrynie chłodniczej.

Celem kolejnych badań, w których uczestniczyłem wraz z zespołem pracowników Zakładu Technologii Mięsa, było określenie wpływu metody pakowania i warunków przechowywania na skład chemiczny mięsa z piersi kurczaka i utlenianie tłuszczu. Wyniki tych badań opublikowano w czasopiśmie *Poultry Science* (Zał. 5, II A2/13). W eksperymencie mięso pakowane trzema metodami tj. z dostępem tlenu, w atmosferze modyfikowanej (MAP) i próżniowo przechowywano w chłodni bądź w ladzie chłodniczej przez 9 dni. W próbkach mięsa oznaczano podstawowy skład chemiczny, stopień utlenienia tłuszczów i skład kwasów tłuszczowych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mięso pakowane w MAP podczas przechowywania w chłodni charakteryzowało się wyższymi wartościami wskaźnika TBARS w porównaniu z mięsem pakowanym z dostępem tlenu i próżniowo. Nie stwierdzono natomiast zależności między zmianami profilu kwasów tłuszczowych w mięsie pakowanym różnymi metodami i czasem przechowywania.

Moja działalność naukowa w zakresie możliwości wykorzystania innowacyjnych metod pakowania w przedłużaniu trwałości mięsa kulinarnego i przetworów mięsnych obejmowała również prowadzenie badań we współpracy z Multisorb Technologies Inc. Buffalo, New York, USA. W latach 2013-2016 wykonałem łącznie 34 ekspertyzy na temat wpływu absorberów tlenu na jakość przechowalniczą mięsa kulinarnego lub przetworów mięsnych (Zał. 5, II E/ 8-22, 25-43). Wyniki prowadzonych badań były również opublikowane na międzynarodowej konferencji (Zał. 5, III B2/10). W zakresie możliwości wydłużenia trwałości mięsa kulinarnego prowadzone badania obejmowały określenie wybranych wyróżników jakości kulinarnej i stabilności mikrobiologicznej mięsa wołowego lub wieprzowego przechowywanego początkowo w opakowaniach zbiorczych z atmosferą modyfikowaną (30 % CO₂/70 % N₂) i absorberami tlenu o różnej pojemności, a następnie, po wyjęciu z opakowań zbiorczych, ekspozycję w regale chłodniczym przez określony czas. W zakresie możliwości wydłużenia trwałości przetworów mięsnych prowadzone badania obejmowały ocenę wpływu zastosowania absorberów tlenu o różnej pojemności na jakość przechowalniczą przetworów mięsnych (m.in. wędlin plasterkowanych, salami oraz kabanosów) oraz określenia wpływu umieszczenia w opakowaniu absorbera tlenu na stabilność barwy tych produktów podczas przechowywania w regale chłodniczym.

W mojej pracy naukowej brałem również udział w badaniach nad możliwością wydłużenia trwałości produktów mięsnych poprzez **dobór składników o działaniu przeciwutleniającym**. W badaniach opublikowanych w czasopiśmie *Żywność Nauka Technologia Jakość* (Zał. 5, II A2/2) określano wpływ dodatku soku z żurawiny błotnej (*Oxycoccus palustris*) i z róży pomarszczonej (*Rosa rugosa*) oraz mieszaniny tych soków na jakość burgerów wieprzowych. Dodatek ekstraktów roślinnych zawierających związki przeciwutleniające do produktów mięsnych może być wykorzystany w celu zahamowania

niekorzystnych zmian przechowalniczych lipidów i barwników mięśniowych. Bogatym źródłem naturalnych przeciwutleniaczy są m.in. żurawina i pseudoowoce róży. W owocach żurawiny występują związki polifenolowe: antocyjany, flawonole, kwasy fenolowe i proantocyjanidyny. Pseudoowoce róży, obok związków polifenolowych, zawierają również znaczne ilości witaminy C. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że sok z róży bardziej efektywnie wpływał na hamowanie procesu utleniania burgerów wieprzowych niż sok z żurawiny. Było to efektem większej zawartości kwasu L-askorbinowego (200-krotnie) i substancji polifenolowych (o 13 %). Dodatek 5 % tego soku obniżał wskaźnik TBARS burgerów 9-krotnie w porównaniu z próbą kontrolną, natomiast analogiczny dodatek soku z żurawiny tylko 2 – 3-krotnie. Zaletą soku z róży była również mniejsza kwasowość niż soku z żurawiny, dzięki czemu nie wpływał on istotnie na obniżenie wydajności burgerów po obróbce cieplnej. Sok ten wpływał jednak na pociemnienie barwy burgerów. Sok z róży był słabszym stabilizatorem barwy farszu wołowego niż sok z żurawiny. Stwierdzono, że mechanizm stabilizacji barwy mięsa przez sok z żurawiny jest złożony, wykraczający poza jego działanie przeciwutleniające.

W innych badaniach, w których brałem udział, określano wpływ dodatku żurawiny w postaci liofilizatu oraz w postaci soku żurawinowego na tempo utleniania tłuszczów w surowych, wieprzowych produktach mięsnych w trakcie ich przechowywania chłodniczego. W badaniach tych stwierdzono m.in., że niezależnie od formy zastosowanego dodatku żurawiny wykazywała ona podobny hamujący wpływ na wzrost wskaźnika TABRS w produktach przechowywanych w temperaturze chłodniczej. Wskazano jednak, że dodatek wysuszonych owoców, z uwagi na możliwość dłuższego przechowywania i skoncentrowaną formę, będzie lepszym dodatkiem wydłużającym trwałość badanych wyrobów. Dodatkowo w eksperymencie badano wpływ dodatku soku żurawinowego na barwę surowych, wołowych produktów mięsnych. Stwierdzono, że sok żurawinowy może stabilizować barwę tych wyrobów. Dodatek od 4,4 – 8,8 % soku żurawinowego wykazywał podobne działanie, jak zastosowanie dodatku kwasu askorbinowego w ilości 0,1 %. Wyniki opisywanych badań opublikowano w czasopiśmie *Fleischwirtschaft International* (Zał. 5, II D2.1/45).

W mojej pracy naukowej brałem również udział w badaniach nad możliwością ograniczenia niekorzystnych zmian jakości produktów mięsnych poprzez dodatek preparatów zawierających ekstrakt rozmarynu. Celem badań opublikowanych w *Rocznikach Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* (Zał. 5, II D2.1/27) było określenie wpływu handlowego ekstraktu rozmarynu Flavour Guard (FG) na zmiany składowych barwy farszu z mięsa wieprzowego oraz wskaźnika TBARS modelowych pieczeni wieprzowych podczas przechowywania w warunkach chłodniczych. Stwierdzono, że procentowa redukcja wskaźnika TBARS w pieczeni wieprzowej z dodatkiem FG w stosunku do próbki kontrolnej była większa niż podawana w literaturze dla innych ekstraktów rozmarynu. Produkt z dodatkiem FG charakteryzował się podobną wartością TBARS jak wytworzony z dodatkiem 0,05 lub 0,1 % kwasu askorbinowego. W przeciwieństwie do kwasu askorbinowego ekstrakt rozmarynu nie przeciwdziałał jednak zmianom składowej barwy a^* podczas przechowywania. W innych badaniach, których wyniki opublikowano w czasopiśmie *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* (Zał. 5, II D2.1/39) badano wpływ sposobu wprowadzenia ekstraktu rozmarynu Flavour Guard do farszów z mięsa wieprzowego (ekstrakt rozpuszczony w etanolu lub zawieszony w solance) na wartość wskaźnika TBARS wytworzonych z nich pieczeni przechowywanych chłodniczo. Porównano również właściwości przeciwutleniające ekstraktu rozmarynu rozpuszczonego w etanolu lub zawieszzonego w oleju rzepakowym oraz kwasu askorbinowego w farszach oraz wytworzonych z nich pieczeniach. Stwierdzono, że najsilniejsze właściwości przeciwutleniające w pieczeniach miał ekstrakt rozmarynu wprowadzony w postaci

roztworu alkoholowego. Nie wpływał on jednak korzystnie, podobnie jak ekstrakt rozmarynu zawieszony w oleju, na stabilność barwy farszów mięsnych przechowywanych chłodniczo.

Poza określaniem możliwości przedłużenia trwałości produktów mięsnych dzięki zastosowaniu innowacyjnych metod pakowania oraz dzięki dodatkom o właściwościach przeciwutleniających w prowadzonych badaniach zajmowałem się również określaniem możliwości wykorzystania w tym celu **technologii wysokich ciśnień** (HHP). Wyniki prowadzonych badań w tym zakresie opublikowano w *Zeszytach Problemowych Postępów Nauk Rolniczych* (Zał. 5, II D2.1/48) oraz przedstawiono na konferencji naukowej (Zał. 5, III B1/23). Celem opisywanych badań było określenie wpływu wysokich ciśnień na jakość mikrobiologiczną przetworów z mięsa drobiowego podczas ich przechowywania w warunkach chłodniczych. Badania przeprowadzono na próbkach pasztetów, pieczeni oraz formowanych wyrobów z mięsa rozdrobnionego. Produkty po zapakowaniu próżniowym poddawano działaniu wysokich ciśnień (500 MPa, 10 °C, 10 min). Wykazano, że zastosowanie wysokich ciśnień może być skutecznym sposobem na poprawę jakości mikrobiologicznej zapakowanych próżniowo przetworów z mięsa drobiowego. Dzięki tej metodzie można w znaczący sposób obniżyć liczbę bakterii mezofilnych, psychrotrofowych oraz kwasu mlekowego, a przez to wydłużyć trwałość (przynajmniej do 14 dób) tego typu wyrobów, przy ich przechowywaniu w temperaturze 4–6 °C.

5.5. Badania nad wpływem różnych procesów technologicznych na jakość produktów mięsnych

W mojej pracy naukowej, wraz z innymi pracownikami Zakładu Technologii Mięsa WNoŻ, prowadziłem badania nad optymalizacją procesów technologicznych produkcji różnych asortymentów przetworów mięsnych. Prowadzone badania były odpowiedzią na problemy i potrzeby zgłaszane przez zakłady mięsne. Jednym z kierunków badawczych była próba **zastąpienia tradycyjnego peklowania z wykorzystaniem mieszanki pekłującej (zawierającej azotan(III) sodu) peklowaniem z wykorzystaniem innych źródeł azotanów**. Celem badań opublikowanych w czasopiśmie *Nauka Przyroda Technologie* (Zał. 5, II D2.1/34) było porównanie jakości kiełbas peklowanych tradycyjnie i peklowanych z udziałem preparatu warzywnego, w którym źródło azotanów V stanowi ekstrakt z selera. W tej technologii peklowanie polega na redukcji azotanów(V) zawartych w dodatkach warzywnych przez bakterie denitryfikujące do azotanów(III) biorących bezpośredni udział w tym procesie. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że peklowanie z wykorzystaniem wyciągu warzywnego jako źródła azotanów(V), i z dodatkiem bakterii denitryfikujących (*Staphylococcus carnosus*), pozwala na ograniczenie ilości resztkowych azotanów(III) mniej więcej o 50 % w stosunku do ich zawartości w wyrobach peklowanych tradycyjnie. Jednocześnie sposób peklowania nie miał wpływu na pozostałe parametry jakości kiełbas. Badania w zakresie tej metody peklowania prowadziłem również na przykładzie innego asortymentu przetworów mięsnych tj. wędzonek restrukturowanych. W badaniach tych stwierdzono, że peklowanie z udziałem wyciągu warzywnego jako źródła azotanów wraz z dodatkiem bakterii denitryfikujących (*Staphylococcus carnosus*) pozwala na ograniczenie o około 50 % ilości azotanów(III) i o około 30 % azotanów resztkowych w porównaniu do wyrobów peklowanych tradycyjną mieszanką pekłującą, przy zachowaniu pozostałych parametrów jakości wędzonek na zbliżonym poziomie. Stwierdzono ponadto, że zróżnicowanie warunków procesu produkcyjnego dla wyrobów peklowanych z dodatkiem wyciągu warzywnego i bakterii denitryfikujących (przetrzymanywanie przez 24 godziny w warunkach chłodniczych lub 1,5 godziny w temperaturze 40 °C) nie wpływało na jakość gotowego wyrobu i tym samym można je uznać za niecelowe ze względów ekonomicznych. Wyroby peklowane z dodatkiem preparatu warzywnego i bakterii

denitryfikujących mogą być wytwarzane przy zastosowaniu tradycyjnego przebiegu procesu produkcyjnego. Wyniki omawianych badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* (Zał. 5, II D2.1/35) oraz zaprezentowane na konferencji naukowej (Zał. 5, III B1/13).

W ostatnich latach jednym z ważniejszych kierunków badań nad procesami technologicznymi wykorzystywanymi w przetwórstwie mięsa, jakim zajmuję się wraz z zespołem pracowników z Zakładu Technologii Mięsa, jest **optymalizacja procesu suszenia kiełbas**. Badania w tym zakresie są realizowane w ramach projektu naukowo-badawczego realizowanego ze środków przyznanych przez MNiSW na utrzymanie potencjału badawczego Wydziału Nauk o Żywności, którego jestem kierownikiem. Wyniki badań prowadzonych w tym zakresie zostały opublikowane w czasopiśmie *Journal of Food Quality* (Zał. 5, II A2/7) oraz zaprezentowane na konferencjach naukowych (Zał. 5, III B1/24, 28, 31). Celem badań opisanych w artykule II A2/7 (Zał. 5) było m.in. określenie wpływu wilgotności względnej powietrza (60, 70, 80 %) podczas procesu suszenia (w temperaturze 15 °C) na jakość kabanosów wieprzowych i wieprzowo-drobiowych wytwarzanych według receptury gwarantowanej tradycyjnej specjalności. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że obniżenie wilgotności względnej powietrza w komorze z 80 do 60 % pozwoliło na znaczne (około 50 %) skrócenie czasu suszenia kabanosów. Zróżnicowanie wilgotności względnej powietrza w komorach suszarniczych wpłynęło m.in. na dynamikę zmian w zakresie składowych barwy i aktywności wody kiełbas. Stwierdzono jednocześnie, że kabanosy wieprzowe i wieprzowo drobiowe charakteryzowały się różną dynamiką procesu suszenia. Wskazuje to na konieczność dobierania optymalnych warunków suszenia kiełbas pod kątem ich składu surowcowego. W kolejnych latach planowane są dalsze badania nad wpływem parametrów suszenia na dynamikę procesu i jakość różnych asortymentów suszonych produktów mięsnych.

Jak wykazałem powyżej prowadzona przeze mnie działalność naukowa prowadzona jest w bardzo szerokim zakresie tematycznym. **Zrealizowane prace naukowe pozwoliły zwiększyć wiedzę zarówno w zakresie kształtowania jakości mięsa, jak i przetworów mięsnych, i przyczyniły się do rozwoju dyscypliny.** Ponadto wiele prowadzonych przeze mnie badań miało aspekt praktyczny, przyczyniając się do możliwości poprawy jakości produkowanego mięsa i przetworów mięsnych. Za prowadzoną działalność naukową otrzymałem trzykrotnie nagrodę zespołową II stopnia JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (2007, 2017, 2018).

6. Podsumowanie pracy naukowo-badawczej

Publikacje (oryginalne prace twórcze)	98
w tym:	
publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)	18
publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie JCR	64
publikacje przeglądowe (w tym w manuskryptach)	32
Zgłoszenia patentowe	1
Ekspertyzy	39
Sumaryczny impact factor:	
5-letni	34,019
zgodnie z rokiem opublikowania	28,2
Suma punktów wg listy MNiSW	831,5
Cytowania według bazy Web of Science (WoS)	37
Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)	4
Referaty i doniesienia konferencyjne	56

Tabela 4. Zestawienie oryginalnych prac twórczych

Nazwa czasopisma / rodzaj publikacji	Liczba publikacji		Liczba punktów wg MNiSW	Impact Factor wg roku	5-letni Impact Factor
	przed doktoratem	po doktoracie			
A. Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)					
Agricultural and Food Science (2017)		1	30	0,58	1,494
British Poultry Science (2016)		1	30	0,884	1,226
British Poultry Science (2018)		1	30	1,096	1,349
Computers and Electronics in Agriculture (2018)		1	40	2,427	2,761
Food & Function (2016)		1	30	3,247	3,459
Food Analytical Methods (2018)		1	30	2,245	2,2
Journal of Animal Science (2012)		1	50	2,093	2,641
Journal of Food Quality (2017)		1	20	0,841	1,119
Journal of Food Science (2015)		1	30	1,649	2,315
Journal of Poultry Science (2017)		1	25	0,86	0,803
LWT - Food Science and Technology (2016)		1	35	2,329	2,929
LWT - Food Science and Technology (2019)		1	40	3,129	3,455
Meat Science (2017)		1	40	2,821	3,55
Medycyna Weterynaryjna (2014)		1	15	0,218	0,162 (z 2015)
Poultry Science (2019)		1	40	2,216	2,518

Tabela 4. Zestawienie oryginalnych prac twórczych (ciąg dalszy)

Nazwa czasopisma / rodzaj publikacji	Liczba publikacji		Liczba punktów wg MNiSW	Impact Factor wg roku	5-letni Impact Factor
	przed doktoratem	po doktoracie			
The Journal of Applied Poultry Research (2018)		1	30	1,064	1,448
Żywność. Nauka. Technologia. Jakość (2012)		1	15	0,190	0,295 (z 2013)
Żywność. Nauka. Technologia. Jakość (2013)		1	15	0,311	0,295
Łącznie	0	18	545	28,2	34,019
B. Publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie JCR					
Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria (2006)		1	0	-	-
Animal Science Papers and Reports (2006)		1	6	-	-
Animal Science <i>Proceedings</i> (2006, 2007)		5	0	-	-
Annals of Animal Science (2005).	1		6	-	-
Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Animal Science (2016)		1	12	-	-
Czysta Energia (2009)		1	0	-	-
Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (2002)	1		6	-	-
Fleischwirtschaft International (2013)		1	0	-	-
Gospodarka Mięsna (2008, 2009)		7	0	-	-
Informator Masarski (2007)		2	0	-	-
Medycyna Weterynaryjna (2007, 2008)		2	20 (2x10)	-	-
Medycyna Weterynaryjna (2009)		1	6	-	-
Mięso i Wędliny (2005, 2007, 2008)	1	2	0	-	-
Nauka Przyroda Technologie (2010)		2	12 (2x6)	-	-
Nauka Przyroda Technologie (2016)		1	9	-	-
Nauki Inżynierskie i Technologie (2014)		1	5	-	-
Polish Journal of Food and Nutrition Sciences (2006, 2008)	1	2	18 (3x6)	-	-
Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (2011)		1	0	-	-
Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego (2005)	1		4	-	-
Przegląd Hodowlany (2004)	1		0,5	-	-
Przemysł Spożywczy (2006, 2009)		2	8 (2x4)	-	-
Przemysł Spożywczy (2011, 2012)		2	12 (2x6)	-	-
Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego (2004)	1		3	-	-
Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego (2006)		2	0	-	-
Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego (2007, 2008)		5	10 (5x2)	-	-
Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego (2006)		1	0	-	-
Wieś Jutra (2007)		1	0	-	-
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych (2010)		2	12 (2x6)	-	-
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych (2012)		1	0	-	-
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych (2013, 2014)		5	45 (5x9)	-	-

Tabela 4. Zestawienie oryginalnych prac twórczych (ciąg dalszy)

Nazwa czasopisma / rodzaj publikacji	Liczba publikacji		Liczba punktów wg MNiSW	Impact Factor wg roku	5-letni Impact Factor
	przed doktoratem	po doktoracie			
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych (2015)		1	13	-	-
Żywność Nauka Technologia Jakość (2003)	1		4	-	-
Żywność Nauka Technologia Jakość (2014)		1	15	-	-
МЯСНОЙ БИЗНЕС (2006)		2	0	-	-
Łącznie	8	56	226,5		
C. Monografie i rozdziały w monografiach					
W języku obcym (2011)		1	5	-	-
W języku polskim (2005, 2006, 2007, 2008)	1	4	15 (5x3)	-	-
W języku polskim (2011, 2012, 2013, 2014)		10	40 (10x4)	-	-
Łącznie	1	15	60		
D. Zgłoszenia patentowe					
		1	-	-	-
E. Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyzy					
Ekspertyzy w ramach współpracy międzynarodowej		36	-	-	-
Ekspertyzy dla zleceniodawców polskich		3	-	-	-
Pozostałe opracowania	4	3	-	-	-
F. Referaty i komunikaty naukowe					
Na konferencjach międzynarodowych	2	5	-	-	-
Na konferencjach krajowych	4	40	-	-	-
Łącznie	Liczba publikacji		Suma punktów wg MNiSW	Impact Factor wg roku	5-letni Impact Factor
	przed doktoratem	po doktoracie			
	9	89			
Publikacje wskazane w pkt. A, B, C	Łącznie 98		831,5	28,2	34,019

W przypadku publikacji wydanych w 2018 i 2019 roku przyjęto IF i punktację MNiSW obowiązującą w 2017

Po wyłączeniu publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego łączny dorobek wynosi: Suma punktów wg MNiSW = 698,5; Sumaryczny Impact Factor wg roku opublikowania = 22,331; Sumaryczny Impact Factor 5-letni = 26,788

7. Inne osiągnięcia związane z aktywnością dydaktyczną i organizacyjną

7.1. Działalność dydaktyczna

W 2002 roku ukończyłem Studia Podyplomowe w zakresie Doskonalenia Pedagogicznego na Wydziale Ekonomiczno-Rolniczym Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Studia te pozwoliły mi na zapoznanie się z zasadami efektywnego prowadzenia zajęć dydaktycznych. Od tamtego czasu prowadzę zajęcia dydaktyczne związane

tematycznie z produkcją i oceną jakości żywności. Średni wymiar realizowanych przeze mnie godzin dydaktycznych wynosi 270 h, z czego około 30 % stanowią wykłady. Przez cały okres mojej działalności dydaktycznej prowadziłem zajęcia dla studentów różnych wydziałów i kierunków studiów prowadzonych w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, w tym Wydziału Nauk o Żywności (dla kierunków technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności, towaroznawstwo i na studiach podyplomowych), Wydziału Nauk o Zwierzętach (dla kierunku zootechnika) i Wydziału Medycyny Weterynaryjnej (studia podyplomowe). Prowadzone przeze mnie wykłady są programami autorskimi. Dodatkowo jestem współautorem podręczników akademickich (Zał. 5, II D2.2/1; D2.2/11; D2.2/13; D2.2/14 D2.2/15), autorem wielu instrukcji do prowadzonych ćwiczeń laboratoryjnych oraz pomysłodawcą i twórcą różnych stanowisk pomiarowych wykorzystywanych w pracach naukowych i działalności dydaktycznej Zakładu Technologii Mięsa (w tym m.in. do komputerowej analizy obrazu). Jestem również koordynatorem wielu przedmiotów realizowanych na Wydziale Nauk o Żywności.

Większość prowadzonych przeze mnie zajęć dydaktycznych związanych jest z technologią produkcji i oceną jakości mięsa i przetworów mięsnych. Zarówno wykłady, jak i ćwiczenia z tego tematu prowadzę w oparciu o najnowszą literaturę naukową, spostrzeżenia z prowadzonych przeze mnie badań naukowych, informacje pozyskane w trakcie różnych konferencji naukowych oraz podczas kontaktów z przemysłem. W obszarze tej tematyki prowadziłem lub prowadzę zajęcia z następujących przedmiotów obligatoryjnych dla poszczególnych kierunków studiów: Technologia mięsa, Technologia i higiena żywności pochodzenia zwierzęcego (koordynator przedmiotu), Towaroznawstwo produktów przemysłu tłuszczowego i koncentratów spożywczych oraz przemysłu mięsnego, Technologia specjalizacyjna – Technologia mięsa, Surowce roślinne i zwierzęce (koordynator przedmiotu), Przetwórstwo surowców zwierzęcych (koordynator przedmiotu), Ocena jakości produktów i logistyka (koordynator przedmiotu), Projektowanie produktu, Obrót i podstawy przetwórstwa surowców pochodzenia zwierzęcego, Konwersatorium dyplomowe. Prowadziłem również wykłady dla lekarzy weterynarii z zakresu wpływu czynników genetycznych na kształtowanie jakości tusz i mięsa zwierząt rzeźnych.

Dodatkowo prowadziłem lub prowadzę zajęcia dydaktyczne z zakresu szeroko rozumianej technologii produkcji i oceny jakości żywności oraz gastronomii, w tym zajęcia z takich przedmiotów obligatoryjnych jak: Ogólna Technologia Żywności, Podstawy Technologii Gastronomicznej, Współczesne trendy w technologii żywności. Jestem również autorem lub współautorem przedmiotów fakultatywnych realizowanych dla studentów Wydziału Nauk o Żywności, kierunków technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności, towaroznawstwo i na studiach podyplomowych tj. przedmiotów: Miód i inne produkty pszczele, Wykorzystanie przetwórcze ryb i bezkręgowców morskich, Podstawy przetwórstwa ryb.

Prowadzę również zajęcia przygotowujące studentów do prowadzenia badań naukowych i efektywnej prezentacji uzyskanych wyników (w ramach przedmiotów Podstawy metodologii badań doświadczalnych, Podstawy opracowania wyników badań naukowych, Informatyka II). Moja działalność dydaktyczna realizowana na Wydziale Nauk o Żywności obejmuje również prowadzenie zaliczeń z obligatoryjnych praktyk zawodowych i specjalizacyjnych (dla kierunków technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności, towaroznawstwo i na studiach podyplomowych, lata 2006-2018).

W ramach mojej działalności dydaktycznej byłem również opiekunem dwóch studentów przebywających na Wydziale Nauk o Żywności (d. WTŻ) w ramach programu Sokrates (6 miesięcy w roku akademickim 2005/2006). W trakcie programu studenci realizowali pod

moim nadzorem merytorycznym projekt „Possibilities of using inulin as a fat replacement in selected meat products”.

W trakcie pracy na Wydziale Nauk o Żywności byłem opiekunem naukowym 19 prac magisterskich, promotorem 18 prac magisterskich i promotorem 32 prac inżynierskich. Realizowane pod moją opieką lub promotorstwem prace naukowe obejmowały głównie tematykę kształtowania jakości mięsa, oceny jakości mięsa, wpływu różnych czynników surowcowych i technologicznych na jakość przetworów mięsnych oraz możliwości tworzenia innowacyjnych przetworów mięsnych o zwiększonej wartości zdrowotnej.

Za prowadzoną działalność dydaktyczną otrzymałem dwukrotnie nagrodę JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie zespołową I stopnia (2012, 2014) oraz dwukrotnie Dyplom uznania (2007, 2015).

7.2. Działalność organizacyjna

Od rozpoczęcia pracy w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na Wydziale Nauk o Żywności istotnym elementem mojej aktywności zawodowej jest działalność organizacyjna.

Od 01.02.2017 r. pełnię funkcję **kierownika Zakładu Technologii Mięsa** Katedry Technologii Żywności Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W ramach pełnionych obowiązków, poza realizacją zadań organizacyjnych oraz koordynacją działalności naukowej i dydaktycznej Zakładu, w ostatnich latach koordynuję również prace prowadzone w Zakładzie Technologii Mięsa związane z tworzeniem na Wydziale Nauk o Żywności Centrum Badawczo-Rozwojowym Żywności i Żywienia. Jestem również **kierownikiem zadań badawczych** (m.in. pt. Wpływ surowców, dodatków funkcjonalnych i procesu technologicznego na jakość produktów mięsnych), realizowanych ze środków przyznanych przez MNiSW na utrzymanie potencjału badawczego.

Nieprzerwanie od 2006 roku jestem **członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej** (WKR) na Wydziale Nauk o Żywności, w której pełnię funkcję Sekretarza. Do moich obowiązków należy m.in. przygotowywanie analiz dotyczących rekrutacji studentów na kierunki studiów organizowane na Wydziale Nauk o Żywności w poszczególnych latach, przygotowywanie sprawozdań z działalności WKR i prowadzenie rozmów kwalifikacyjnych z kandydatami na studia.

W latach 2006-2013 byłem osobą odpowiedzialną w Zakładzie Technologii Mięsa za organizację studenckich praktyk zawodowych w zakładach mięsnych i kontakt z zakładami przemysłowymi w tym zakresie. Od 2012 roku jestem **Pełnomocnikiem Dziekana Wydziału Nauk o Żywności ds. Praktyk**. Moją pracą jako Pełnomocnika Dziekana ds. Praktyk rozpocząłem od opracowania Regulaminu Studenckich Praktyk Zawodowych, który po zaopiniowaniu przez Radę Wydziału Nauk o Żywności i zatwierdzeniu przez Dziekana Wydziału jest dokumentem obowiązującym na Wydziale. Jestem osobą odpowiedzialną za organizację i zaliczanie studenckich praktyk zawodowych na Wydziale Nauk o Żywności, na kierunkach: technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności oraz towaroznawstwo. Prowadzę również nadzór nad realizacją i zaliczaniem praktyk zgodnie z procedurami obowiązującymi na Wydziale. W zakresie pełnionej przeze mnie funkcji trzykrotnie organizowałem również na Wydziale warsztaty dla studentów, podnoszące ich kwalifikacje i przygotowujące ich do znalezienia pracy (Warsztaty pt. „Jak się znaleźć na rynku pracy” „Wystąpienia publiczne, podstawy radzenia sobie ze stresem” prowadzone przez przedstawicieli Auchan Polska). Prowadzę również rozmowy z przedstawicielami otoczenia gospodarczego w zakresie pozyskiwania dla studentów Wydziału nowych miejsc praktyk oraz ofert pracy.

Moja działalność organizacyjna na Wydziale Nauk o Żywności była związana również z pełnieniem dwukrotnie funkcji **opiekuna roku** (rok akademicki 2007/2008, studia stacjonarne kierunku technologia żywności i żywienie człowieka; rok akademicki 2012/2013, studia niestacjonarne kierunku technologia żywności i żywienie człowieka).

W latach 2016-2019 byłem również **członkiem Komisji Oceniającej** w organizowanym w Wydziale Nauk o Żywności etapie Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, w bloku tematycznym „Technologia Żywności”.

W ramach działalności organizacyjnej pełniłem również funkcję lokalnego **koordynatora imprez organizowanych w ramach Festiwalu Nauki** w latach 2006-2009 i 2011-2017 z ramienia Zakładu Technologii Mięsa Katedry Technologii Żywności. Prowadziłem również Spotkania i Lekcje Festiwalowe organizowane w ramach Festiwalu Nauki pt. „Prawda i mity o parówkach” (2004-2009; 2011-2017). Dodatkowo wielokrotnie brałem udział w organizacji i **prowadzeniu warsztatów popularyzujących wiedzę o technologii mięsa** pt. „Prawda i mity o parówkach” dla uczniów szkół gimnazjalnych (od 2006 roku, średnio 2 lekcje rocznie). W 2005 roku prowadziłem również warsztaty „*Truths and myths about scalded sausages*”; w ramach projektu Exchange Week -Taste of Poland dla Międzynarodowego Stowarzyszenia Studentów Kierunków Rolniczych i Nauk Pokrewnych IASS Polska.

Moja działalność organizacyjna na rzecz Wydziału Nauk o Żywności obejmowała również udział w pracach **Komiteu organizacyjnego** dwóch konferencji pt.: „Konsument – oczekiwania i możliwości technologiczno-prawne”. Drugie Forum Technologiczne (2017) oraz „Żywność funkcjonalna i wygodna – trendy w przemyśle mięsny”. Czwarte Forum Technologiczne (2018).

Od 2006 roku, rokrocznie biorę również **udział w organizacji imprezy „Dni SGGW”** w ramach akcji „Ciekawe laboratoria” oraz na stanowiskach WNoŻ (różne akcje tematyczne m.in. na temat jakości jaj, dodatków stosowanych w produkcji przetworów mięsnych).

Za prowadzoną działalność organizacyjną otrzymałem dwukrotnie nagrodę JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie indywidualną III stopnia (2010, 2015).

7.3. Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów

W latach 2003-2009 byłem członkiem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. Od 2013 roku jestem członkiem honorowym Specjalistycznej Rady Systemu QAFP w obszarze Kulinarного mięsa wieprzowego. Celem funkcjonowania Rady jest wyznaczanie przyszłych kierunków funkcjonowania i rozwoju Systemu QAFP będącego Krajowym systemem jakości żywności na mocy decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 grudnia 2009 r.; System administrowany przez UPEMI - Unię Producentów i Pracodawców Przemysłu Mięsnego).

7.4. Otrzymane nagrody i wyróżnienia

W 2001 roku przygotowana przeze mnie praca magisterska pt.: *Próba zastosowania pomiaru barwy do oceny wybranych wyróżników jakości mięsa kurcząt* (Promotor Dr inż. Mirosław Słowiński, Opiekun: Dr inż. Krzysztof Dasiewicz) została wyróżniona przez JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w konkursie na najlepszą pracę magisterską w kategorii prac o wybitnych wartościach wdrożeniowych.

W trakcie mojej pracy zawodowej w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na Wydziale Nauk o Żywności otrzymałem: trzykrotnie nagrodę JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie zespołową II stopnia za osiągnięcia naukowe (2007, 2017, 2018), dwukrotnie nagrodę JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego

w Warszawie zespołową I stopnia za osiągnięcia dydaktyczne (2012, 2014), dwukrotnie Dyplom uznania za osiągnięcia dydaktyczne (2007, 2015) oraz dwukrotnie nagrodę JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie indywidualną III stopnia za osiągnięcia organizacyjne (2010, 2015).

Otrzymałem również wyróżnienie za poster prezentowany na VII Konferencji Naukowej PTTŻ „Kształtowanie jakości żywieniowej w procesach technologicznych. Warszawa, 3-4.12.2009r.

7.5. Współpraca z zagranicą, recenzje publikacji

W czasie trwania studiów doktoranckich (2003) brałem udział w kursie „Fresh Meat Technology” realizowanym w Agricultural University of Norway, Ås, Norway. W trakcie kursu miałem okazję zapoznać się w aspekcie praktycznym z nowoczesnymi metodami pakowania mięsa zwierząt rzeźnych i ryb oraz produktów mięsnych, w tym z tematyką opakowań aktywnych i inteligentnych. Zdobyta wiedza w zakresie innowacyjnych technik pakowania pozwoliła mi na podjęcie w kolejnych latach współpracy międzynarodowej z Multisorb Technologies Inc. Buffalo, New York, USA (2013-2016). W ramach tej współpracy byłem Liderem łącznie 12 projektów badawczych prowadzonych na temat wpływu absorberów tlenu na jakość przechowalniczą mięsa kulinarnego lub przetworów mięsnych. W ramach ww. projektów wykonałem łącznie 34 ekspertyzy (Zał. 5, II E/ 8-22, 25-43). Efekty prowadzonych w ramach współpracy z Multisorb Technologies Inc. badań prezentowałem również na międzynarodowej konferencji w formie doniesienia „The changes in color quality of beef stored in modified atmosphere (CO₂/N₂) with oxygen scavenger” (Zał. 5, III B2/10).

W trakcie pracy zawodowej wykonałem 7 recenzji artykułów naukowych, w tym 5 dla czasopism zagranicznych znajdujących się na liście JCR (tj. Meat Science, LWT-Food Science and Technology) i 2 dla czasopism znajdujących się w wykazie B MNiSW (tj. Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego; Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych).

7.6. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki

Popularyzacja nauki stanowi istotny obszar mojej pracy zawodowej. Działania w tym zakresie są prowadzone przede mną na różnych płaszczyznach. Jedną z nich jest przygotowanie publikacji popularno-naukowych i popularyzujących w zakresie technologii i oceny jakości żywności, w tym szczególnie mięsa, do łatwo dostępnego szerokiego gronu czytelników czasopism. Swoją wiedzę z zakresu technologii i oceny jakości żywności przekazywałem m.in. w takich branżowych czasopismach jak Przemysł Spożywczy (Zał. 5, IID2.1/4, 38, 41), Mięso i Wędliny (Zał. 5, IID2.1/12), Wieś Jutra (Zał. 5, IID2.1/14), Informator Masarski (Zał. 5, IID2.1/19-20), Gospodarka Mięsna (Zał. 5, IID2.1/25-26, 32), МЯСНОЙ БИЗНЕС (Zał. 5, IID2.1/1-2). Dodatkowo przygotowałem publikacje z zakresu oddziaływania przemysłu mięsnego na środowisko do czasopism Czysta Energia (Zał. 5, IID2.1/33) i Przemysł Spożywczy (Zał. 5, D2.1/30). Jestem również współautorem dwóch opracowań stworzonych na potrzeby programu informacyjno-promocyjnego „Europejskie Mięso – tradycja, jakość, smak” obejmującego promocję europejskiego świeżego, schłodzonego lub mrożonego mięsa i jego przetworów na rynkach trzecich celem prowadzenia kampanii promocyjnej w Federacji Rosyjskiej, Chińskiej Republice Ludowej oraz Zjednoczonych Emiratach Arabskich; (opracowania w językach polskim, angielskim, rosyjskim, arabskim, chińskim) (Zał. 5, III 14/4-5). Jestem również autorem haseł w książce „Leksykon nauki o żywności i żywieniu człowieka oraz polsko-angielski słownik terminów” pod red. Piotra P. Lewickiego (2008) (Zał. 5, III 14/3).

Poza działalnością publikacyjną moje działania w zakresie popularyzacji nauki obejmują przygotowywanie wykładów i szkoleń z zakresu technologii i oceny jakości mięsa i przetworów mięsnych zarówno dla przedstawicieli otoczenia gospodarczego, jak i osób niezwiązanych z przemysłem spożywczym. W latach 2004 - 2018 przygotowałem (jako autor lub współautor) ponad 20 szkoleń (Załącznik 5, III I3/1-21) obejmujących tematyką m.in. problematykę kształtowania i oceny jakości mięsa zwierząt rzeźnych i ryb, oraz przetwórstwa mięsa (w tym głównie procesowi wędzenia).

Moja działalność w zakresie popularyzacji nauki obejmuje również prowadzenie warsztatów popularyzujących wiedzę o mięsie i przetworach mięsnych. Warsztaty te pt. „Prawda i mity o parówkach” organizowane są dla uczniów szkół gimnazjalnych oraz dla osób dorosłych, niezwiązanych zawodowo z przemysłem spożywczym (m.in. w ramach Festiwalu Nauki).

7.7. Konferencje

W trakcie trwania studiów doktoranckich brałem udział w 6 a w trakcie pracy na Wydziale Nauk o Żywności w 37 konferencjach naukowych i sympozjach, w tym 6 konferencjach międzynarodowych. Konferencje w których brałem udział były skierowane zarówno do przedstawicieli środowiska naukowego, jak i przedstawicieli przemysłu mięsnego. Jestem autorem lub współautorem 17 referatów, w tym 13 referatów plenarnych oraz autorem lub współautorem 41 doniesień prezentowanych w postaci plakatów (Załącznik 5, IIK/1-17; IIIB1/1-31; IIIB2/1-10). Byłem również współorganizatorem dwóch konferencji skierowanych do przedstawicieli nauki i otoczenia gospodarczego tj.: Drugie Forum Technologiczne „Konsument – oczekiwania i możliwości technologiczno-prawne” 21.09.2017, Warszawa oraz Czwarte Forum Technologiczne „Żywność funkcjonalna i wygodna – trendy w przemyśle mięsnym”, 20.09.2018, Warszawa.

7.8. Współpraca z przemysłem

Współpraca z przemysłem jest jednym z najważniejszych obszarów mojej pracy zawodowej. Kontakty z przedstawicielami otoczenia gospodarczego stanowią dla mnie inspirację do pracy naukowej. Dzięki temu prowadzone przeze mnie badania mają znaczenie praktyczne i przyczyniają się do poprawy wizerunku mięsa i przetworów mięsnych wśród konsumentów.

Kontakt z przemysłem utrzymuję poprzez **udział w seminariach i spotkaniach branżowych organizowanych dla przedstawicieli przemysłu mięsnego**. W ich trakcie mam okazję przekazywać swoją wiedzę m.in. w zakresie metod poprawy jakości mięsa i wpływu procesów przetwórczych na jakość przetworów mięsnych. Brałem również udział w organizacji dwóch konferencji skierowanych do przedstawicieli nauki i otoczenia gospodarczego w tym głównie pracowników przemysłu mięsnego tj.: Drugie Forum Technologiczne „Konsument – oczekiwania i możliwości technologiczno-prawne” 21.09.2017, Warszawa oraz Czwarte Forum Technologiczne „Żywność funkcjonalna i wygodna – trendy w przemyśle mięsnym”, 20.09.2018, Warszawa.

Moje kontakty z przemysłem obejmują również **prowadzenie konsultacji i szkoleń** z zakresu higieny produkcji żywności, jakości mięsa zwierząt rzeźnych i ryb oraz technologii produkcji mięsa i przetworów mięsnych. Będąc na studiach doktoranckich współpracowałem z firmą konsultingowo – audytorską Silliker Polska Sp. z o.o. prowadząc szkolenia z zakresu GMP, GHP, oceny jakości ryb systemem QIM dla pracowników sieci handlowych. Prowadziłem również konsultacje naukowe dla firmy JARS Sp. z o.o. na temat zmian zachodzących w rybach

w trakcie przechowywania oraz zasad prowadzenia oceny świeżości ryb. Przygotowywałem ponadto szkolenia z zakresu wędzenia mięsa m.in. dla Głównego Inspektoratu Weterynarii oraz Ośrodków Doradztwa Rolniczego. Współpracując z firmą AMCO Sp. z o.o. prowadziłem również warsztaty dla pracowników przemysłu mięsnego na temat jakości mięsa, czynników wpływających na jakość mięsa oraz metod oceny jakości mięsa („Akademia AMCO – WNoŻ SGGW w Warszawie”. Moduł 1 – Jakość surowca; zał. 5, III I3/19-21).

W ramach współpracy z przemysłem, w trakcie mojej pracy zawodowej, **realizowałem również liczne projekty naukowo-badawcze**. Prowadziłem m.in. badania na temat przydatności genotypów trzody chlewnej do pozyskiwania mięsa kulinarnego gwarantowanej jakości na zlecenie Podlaskiego Zrzeszenia Producentów Trzody Chlewnej (Zał. 5, IIE/6). Na zlecenie Krajowej Rady Drobiarstwa – Izby Gospodarczej realizowałem projekt „Ocena kształtowania się pH mięsa kurczaków pozyskiwanego w produkcji wielkoprzemysłowej” (2014) oraz opracowywałem instrukcję wdrożeniową pt. „Procedura pomiarowa i instrukcja robocza kontroli pH mięsa kurcząt uzyskanego z wielkoprzemysłowej produkcji” (2014), która jest obecnie stosowana w zakładach drobiarskich produkujących drobiowe mięso kulinarne w systemie QA/P. W ramach realizowanego projektu prowadziłem również warsztaty dla przedstawicieli przemysłu na temat pomiarów pH mięsa kurcząt (Zał. 5, III I3/10). W ramach współpracy z Multisorb Technologies Inc. Buffalo, New York, USA (2013-2016) prowadziłem natomiast badania na temat wpływu absorberów tlenu na jakość przechowalniczą mięsa kulinarnego lub przetworów mięsnych. W ramach ww. projektów wykonałem łącznie 34 ekspertyzy (Zał. 5 punkt II E/8-22, 25-43).

Moje kontakty z przemysłem są również związane z pełnioną przeze mnie funkcją Pełnomocnika Dziekana ds. Praktyk. W ramach realizacji moich obowiązków prowadzę rozmowy z przedstawicielami otoczenia gospodarczego w zakresie pozyskiwania dla studentów Wydziału nowych miejsc praktyk oraz ofert pracy.



