

**ZAŁĄCZNIK II**  
**AUTOREFERAT**  
**(OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH)**

**DR INŻ. MIROSŁAW TYRA**

DZIAŁ GENETYKI I HODOWLI ZWIERZĄT  
INSTYTUTU ZOOTECHNIKI PIB  
W KRAKOWIE  
ul. Sarego 2  
31-047 Kraków  
Tel. 666 081 242  
e-mail: [miroslaw.tyra@izoo.krakow.pl](mailto:miroslaw.tyra@izoo.krakow.pl)

**KRAKÓW 2013**

---

## 1. Dane personalne

Imię i nazwisko: Mirosław Tyra  
Data urodzenia: 30.11.1970  
Miejsce urodzenia: Janów Lubelski

Miejsce pracy: Instytut Zootechniki PIB  
ul. Sarego 2  
31-047 Kraków

Dane kontaktowe: Instytut Zootechniki PIB  
ul. Krakowska 1  
32-083 Balice  
Tel. 666 081 242  
e-mail: miroslaw.tyra@izoo.krakow.pl

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

09.09.1994 Akademia Rolnicza im Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Zootechniczny, specjalność hodowla zwierząt gospodarskich, stopień magistra inżyniera – z wyróżnieniem praca magisterska pt. „Analiza kosztów opasu bydła pochodzącego z krzyżowania towarowego włoskich ras mięsnych (Chianina, Marchigiana, Piemontese) z krajowym bydłem czarno-białym” promotor: prof. dr hab. Jan Szarek

28.09.2000 Instytut Zootechniki w Krakowie, stopień doktora nauk rolniczych – z wyróżnieniem praca doktorska pt. „Parametry genetyczne cech rozplodowych różnych ras świń” promotor: prof. dr hab. Marian Różycki

## 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

10.10.1994 – 30.06.1996 specjalista w Zakładzie Hodowli Trzody Chlewnej Instytutu Zootechniki w Krakowie

01.07.1996 – 01.12.2000 asystent w Zakładzie Hodowli Trzody Chlewnej Instytutu Zootechniki w Krakowie

od 01.12.2000 adiunkt w Zakładzie Hodowli Trzody Chlewnej Instytutu Zootechniki (od 01.05.2004 po restrukturyzacji Instytutu w Dziale Genetyki i Hodowli Zwierząt) w Krakowie

#### 4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest jednotematyczny cykl publikacji naukowych pt. **„Analiza możliwości poprawy jakości wieprzowiny metodami genetyki populacji oraz genetyki molekularnej ze szczególnym uwzględnieniem poziomu tłuszczu śródmięśniowego (IMF)”**

##### Publikacje wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej:

H1. **Tyra M., Żak G.** (2010). Characteristics of the Polish breeding population of pigs in terms of intramuscular fat (IMF) content of *m. longissimus dorsi*. Ann. Anim. Sci., Vol. 10, No. 3. 241–248. (IF=**0,346**; MNiSW=**15**, cytowania - **5**)

*Indywidualny wkład (80%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie doświadczeń, analiza i typowanie zwierząt do badań, gromadzenie danych użytkowych, przeprowadzanie analiz statystycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, przygotowanie manuskryptu*

H2. **Tyra M., Ropka-Molik K., Eckert R., Piórkowska K., Oczkowicz M.** (2011). *H-FABP* and *LEPR* gene expression profile in skeletal muscles and liver during ontogenesis in various breeds of pigs. Domest. Anim. Endocrinol. 40(3):147-54. (IF=**1,896**; MNiSW=**30**, cytowania - **8**)

*Indywidualny wkład (70%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, analiza i typowanie zwierząt do badań, gromadzenie danych użytkowych do analiz statystycznych i materiału biologicznego do analiz genetycznych, przeprowadzanie analiz statystycznych na podstawie zgromadzonych danych użytkowych i wyników oznaczeń genetycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, wiodący udział w przygotowaniu manuskryptu*

H3. **Tyra M., Ropka-Molik K.** (2011). Effect of the *FABP3* and *LEPR* gene polymorphisms and expression levels on intramuscular fat (IMF) content and fat cover degree in pigs. Liv. Sci., Vol. 142, (1):114-20. (IF=**1,368**; MNiSW=**30**, cytowania - **3**)

*Indywidualny wkład (75%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, analiza i typowanie zwierząt do badań, gromadzenie danych użytkowych do analiz statystycznych i materiału biologicznego do analiz genetycznych, przeprowadzanie analiz statystycznych na podstawie zgromadzonych danych użytkowych i wyników oznaczeń genetycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, wiodący udział w przygotowaniu manuskryptu*

H4. **Tyra M., Żak G.** (2012). Analysis of relationships between fattening and slaughter performance of pigs and the level of intramuscular fat (IMF) in *longissimus dorsi* muscle. Ann. Anim. Sci., Vol. 12, No. 3. 169–178. (IF=**0,346**; MNiSW=**15**)

*Indywidualny wkład (80%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie doświadczeń, analiza i typowanie zwierząt do badań, gromadzenie danych użytkowych, przeprowadzanie analiz statystycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, przygotowanie manuskryptu*

H5. **Tyra M., Ropka-Molik K., Terman A., Piórkowska K., Oczkowicz M., Bereta A.** (2013). Association between subcutaneous and intramuscular fat content in porcine ham and loin depending on age, breed and *FABP3* and *LEPR* genes transcript abundance. Mol Biol Rep. 40: 2301-2308. (IF=**2,986**; MNiSW=**15**)

*Indywidualny wkład (65%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, analiza i typowanie zwierząt do badań, gromadzenie danych użytkowych do analiz statystycznych i materiału biologicznego do analiz genetycznych, przeprowadzanie analiz statystycznych na podstawie zgromadzonych danych użytkowych i wyników oznaczeń genetycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, wiodący udział w przygotowaniu manuskryptu*

H6. **Tyra M.** (2012). Zależności pomiędzy cechami użytkowości tucznej a zawartością tłuszczu śródmięśniowego (IMF) w mięśniu najdłuższym grzbietu krajowej populacji świń. Roczn. Nauk. Zoot., T. 39, z. 2, 189–201. (MNiSW=4)

*Indywidualny wkład (100%): całość prac związanych z przygotowaniem manuskryptu*

H7. **Tyra M., Żak G.** (2013). Analysis of the possibility of improving the indicators of pork quality through selection with particular consideration of intramuscular fat (IMF) content. Ann. Anim. Sci., Vol. 13, No. 1. 33–44. (IF=0,346; MNiSW=15)

*Indywidualny wkład (80%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie doświadczeń, analiza i typowanie zwierząt do badań, gromadzenie danych użytkowych, przeprowadzanie analiz statystycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, przygotowanie manuskryptu*

H8. **Tyra M.** (2013). Zależności pomiędzy cechami użytkowości rzeźnej a zawartością tłuszczu śródmięśniowego (IMF) w mięśniu najdłuższym grzbietu krajowej populacji świń. Roczn. Nauk. Zoot., T. 40, z. 1, 3-14. (MNiSW=4)

*Indywidualny wkład (100%): całość prac związanych z przygotowaniem manuskryptu*

- Łączna wartość punktowa MNiSW powyższych publikacji wynosi **128** punktów wg ostatnich zarejestrowanych kryteriów Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- Sumaryczny Impact Factor publikacji wg listy *Journal Citation Reports (JCR)* wynosi **7,511** (ze względu na brak danych dotyczących wartości Impact Factor za rok 2013 dla pozycji **H5** podano średni IF za ostatnie 5 lat (2008–2012), natomiast dla pozycji **H7** podano wartość za rok 2012 (brak dla czasopisma średniego IF za 5 lat)).

Oświadczenia współautorów wyżej wymienionych prac wraz z określeniem ich indywidualnego wkładu stanowi załącznik nr 7.

**SYNTETYCZNE OMÓWIENIE PUBLIKACJI WCHODZĄCYCH W SKŁAD ROZPRAWY**

Uzyskanie wysokiej mięsności tusz wieprzowych to dotychczas jeden z podstawowych celów w hodowli trzody chlewnej. Jest on bardzo istotny z ekonomicznego punktu widzenia zarówno dla hodowcy, przemysłu mięsnego jak i przetwórstwa. Stąd też dotychczasowe prace hodowlane nad trzodą chlewną skupiały się na doskonaleniu tej cechy. Efektem tych prac było osiągnięcie znacznego postępu w umięśnieniu tuszy, co jednak skutkowało pogorszeniem jakości mięsa (**Różycki i Tyra, 2007**). Wystąpiły wady mięsa wpływające na procesy technologiczne związane z jego obróbką (przetwórstwem) (**Koćwin-Podsiadła i wsp. 1998**). Innym niekorzystnym efektem tej jednokierunkowej selekcji było pogorszenie wartości smakowych wieprzowiny i jej przetworów (**Wood i wsp. 1994**). Było to skutkiem ujemnej zależności między cechami mięsności i jakości mięsa (**Moller i Iversen, 1993**).

Jakość mięsa nie jest prosta do zdefiniowania i zależy od wielu czynników (**Sellier i Monin, 1994**). Jedną z grup wyróżników wykorzystywanych do określania tego parametru są cechy sensoryczne, a w tym związana z nimi zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF). Większość badaczy zajmujących się zagadnieniem jakości mięsa podaje, że dla mięsa dobrej jakości zawartość tłuszczu śródmięśniowego powinna mieścić się w granicach 2%-3% (**Ellis, 2006; Wood i wsp. 1998**). Należy zaznaczyć, że tłuszcz ten korzystnie wpływa na kruchość, smakowość i soczystość mięsa (**Enser, 2004**). Zmniejsza również straty podczas obróbki cieplnej (gotowanie, grillowanie), gdyż jego odpowiednia zawartość korzystnie wpływa na zdolności utrzymywania wody w mięsie.

Wcześniej podejmowane badania krajowej populacji świń wskazują, że jedna z najliczniej hodowanych ras w kraju (pbz) charakteryzowała się zawartością tłuszczu śródmięśniowego na poziomie 1,89%, a prymitywna rasa puławska na poziomie 2,43% (**Tyra i Orzechowska, 2006**). Na podobnym poziomie wartości tej cechy uzyskała **Miñkowska-Stępniewska i wsp. (2006)**: 2,06% dla rasy puławskiej, 2,55% złotnickiej pstrej i 1,98% dla wieprzowiny pochodzącej z marketu. Obniżający się poziom IMF krajowej populacji zarodowej trzody chlewnej i jego udokumentowany wpływ na parametry związane z teksturą mięsa i jego przetworów, a szczególnie z ich smakowością skłoniły mnie do zainteresowania się tym problemem. W związku z tym przeprowadzono szczegółową analizę, mającą na celu zbadanie czy przy dotychczasowej wiedzy istnieje możliwość poprawy tego wskaźnika.

Należy zaznaczyć, że przeprowadzone dotychczas badania obejmowały tylko nieliczne rasy hodowane w kraju. Brak jest również kompleksowej oceny krajowej populacji zarodowej trzody chlewnej pod tym względem. Wobec tego przeprowadzono badania mające na celu scharakteryzowanie krajowej populacji aktywnej pod względem cech jakości mięsa ze szczególnym uwzględnieniem IMF (publikacja **H1** w wykazie publikacji wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej). Analizą objęto znaczną część tej populacji uwzględniając w badaniach loszki ras: pbz, wbp, puławskiej, Hampshire, Duroc, Pietrain i linii 990. Łącznie badaniami objęto 4430 loszek przekontrolowanych w latach 2007-2009 w tym: 1240 wbp, 2083 pbz, 104 puławskiej, 35 Hampshire, 152 Duroc, 208 Pietrain i 608 linii 990. Badania te prowadzono w Stacjach Kontroli Użytkowości Różnej Trzody Chlewnej (SKURTCh). Pozwoliło to na określenie wartości rzeźnej i jakości mięsa zwierząt znajdujących się w fermach i podlegających selekcji na

podstawie dysekcji poubojowej ich pełnego rodzeństwa, a w przypadku knurów aktualnie działających w stadach na podstawie dysekcji ich potomstwa (**Różycki i Tyra, 2009**). Uzyskane w tej pracy (**H1**) wyniki pozwoliły utrzymywane rasy świń w kraju podzielić na dwie grupy. Grupę pierwszą stanowiły rasy, które charakteryzują się zawartością tłuszczu śródmięśniowego (IMF) w granicach uznanych przez wielu autorów za odpowiednią, drugą natomiast te, które posiadają wartość tej cechy poniżej progu mięsa dobrej jakości. Do grupy pierwszej zaliczono świnię rasy Duroc i Puławskiej. Średnia zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu najdłuższym grzbietu u loszek rasy Duroc wynosiła 2,23% a Puławskiej 2,17%. Druga grupa to zwierzęta charakteryzujące się zawartością tłuszczu śródmięśniowego poniżej 2% (pbz -1,76%, wbp - 1,84%, linii 990 - 1,91%, Hampshire - 1,71% i Pietrain - 1,68%). Stwierdzono więc, że rasy białe (wbp i pbz) najliczniej hodowane w kraju charakteryzują się zawartością tłuszczu śródmięśniowego, poniżej pożądanego poziomu. Dotyczy to zarówno populacji zarodowej, o czym świadczą wyniki otrzymane w przeprowadzonych badaniach (**H1**), jak też produkcji towarowej (**Daszkiewicz i wsp., 2005**). Uzyskane rezultaty potwierdziły wyniki badań z lat 2004 - 2006 (**Tyra i Orzechowska, 2006**) w których wykazano, że już w tamtym okresie poziom IMF był za niski, zwłaszcza w przypadku rasy pbz aby stwierdzić, że mięso krajowych ras cechuje się dobrą jakością. Wymienieni autorzy podają, że tylko część populacji pbz (około 38% badanych osobników) uzyskała zawartość tłuszczu śródmięśniowego powyżej 2%, a więc charakteryzowała się mięsem dobrej jakości. Dawało to zatem możliwości - przy prowadzeniu odpowiedniej selekcji - poprawiania tej cechy. Jak wynika z danych prezentowanych w pracy **H1** takich działań wówczas nie podjęto, zatem aktualnie posiadana populacja zarodowa znacznie odbiega pod względem tego parametru (IMF) od norm charakteryzujących mięso dobrej jakości, zwłaszcza w odniesieniu do ras wbp i pbz. W pracy **H1** stwierdzono bowiem, że odsetek zwierząt o pożądanym parametrach IMF wynosi 30% w przypadku rasy wbp i 23% rasy pbz. Należy zwrócić także uwagę, że część zwierząt objętych badaniami (**H1**) charakteryzowało się poziomem IMF powyżej wartości 3-3,5%, co według **Fernandeza i wsp. (1999)** jest górnym dopuszczalnym poziomem tłuszczu śródmięśniowego akceptowanym przez konsumentów, oraz nie mającym negatywnego wpływu na technologię przetwarzania takiego surowca. Wniosek nasuwający się z przeprowadzonych badań był taki, że pomimo niskiego poziomu IMF krajowej populacji trzody chlewnej zwłaszcza w odniesieniu do ras najliczniej hodowanych w kraju (wbp i pbz) znaczny odsetek badanych osobników spełnia wymogi odnośnie kategorii mięsa dobrej jakości. Jednocześnie duża zmienność tej cechy gwarantuje uzyskanie odpowiednio wysokiej różnicy selekcyjnej, co daje nadzieję na poprawę tego wskaźnika metodami stosowanymi w genetyce populacji.

Zawartość IMF w mięsie w niewielkim stopniu uzależniona jest od stosowanego żywienia. Co najwyżej poprzez odpowiednio stosowaną dietę można wpływać na profil kwasów tłuszczowych odkładanego tłuszczu (**Koczanowski i wsp., 2002**). Pozytywne efekty w kierunku poprawy zawartości tłuszczu śródmięśniowego może dać zastosowanie odpowiedniego krzyżowania. Warunkiem uzyskania powyższego rezultatu jest to, że rasy wyjściowe używane do tego celu muszą charakteryzować się odpowiednio dobrymi wartościami tej cechy. Aby prowadzić skuteczną pracę hodowlaną w tym zakresie skutkującą postępowaniem genetycznym

należało więc poznać zależności pomiędzy cechami wykorzystywanymi w selekcji w obecnym programie hodowlanym a zawartością tłuszczu śródmięśniowego. W przypadku braku antagonistycznych zależności pomiędzy tymi cechami wzorem innych krajów europejskich, konieczne byłoby uwzględnienie tego wskaźnika w programie hodowlanym. Kolejnym celem badań było więc poszukiwanie cech możliwych do oznaczenia na żywym zwierzęciu determinujących zmienność tłuszczu śródmięśniowego. Wskaźniki te mogłyby być wykorzystane w pracy hodowlanej ukierunkowanej na jego poprawę.

Wyniki przeprowadzonych badań w tym zakresie przedstawiono w pracach **H4**, **H6** i **H8**. Spośród prezentowanych tam wskaźników (**H4**) jedynie zawartość tłuszczu śródmięśniowego oraz poziom tłuszczu podskórnego (wyrażony średnią grubością słoniny z 5 pomiarów na grzbiecie) charakteryzowały się na tyle wysoką zmiennością (odpowiednio 37,5% i 24,8%), która pozwalała na osiągnięcie postępu w wyniku prowadzenia selekcji. Jednak w przypadku zawartości IMF sytuacja jest o tyle niekorzystna, że wskaźnik ten bardzo trudno jest ocenić obiektywnie na żywym zwierzęciu. W związku z tym jedynym rezultatem tych badań, które można wykorzystać w praktyce było określenie dla cech wykorzystywanych w selekcji przedziałów w których zawartość tłuszczu śródmięśniowego kształtuje się na najkorzystniejszym poziomie (**H4**). Ponadto analizowano korelacje pomiędzy wybranymi parametrami tucznymi i rzeźnymi a zawartością tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu najdłuższym grzbietu w celu stwierdzenia czy istnieją ściśle zależności pomiędzy tą grupą cech a poziomem IMF (**H6**, **H8**). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że spośród czynników uwzględnionych w modelu statystycznym (**H4**) czyli rasy zwierząt, grupy IMF i interakcji pomiędzy rasą a grupą IMF jedynie czynnik rasowy uzyskał w przypadku wszystkich analizowanych cech statystycznie wysoko istotny wpływ ( $P \leq 0,001$ ). W przypadku grup charakteryzujących się różnym poziomem IMF takich różnic nie stwierdzono. Stwierdzono natomiast wysoko istotną interakcję pomiędzy rasą zwierząt a grupą IMF dla wieku w dniu uboju i procentowej zawartości mięsa w tuszy. Uniemożliwia to traktowanie zwierząt wszystkich ras jako jednej grupy badawczej w tym zakresie. Ponadto podział zwierząt na grupy wynikające z procentowej zawartości tego tłuszczu w zakresie: do 2%, od 2% do 3% i powyżej 3% w całej grupie badawczej jak i w każdej z badanych ras oddzielnie nie różnicował badanych zwierząt w zakresie przyrostów dziennych i wieku w dniu uboju. Bardziej szczegółowe badania z tego zakresu (**H6**) wykazały, że w przypadku rasy Puławskiej, Duroc i Pietrain wraz z wzrastającym wiekiem ubijanych zwierząt istotnie rosła zawartość IMF w mięśniu najdłuższym grzbietu ( $P \leq 0,05$ ). Takich zależności nie obserwowano natomiast dla najliczniej hodowanych ras w kraju czyli pbz i wbp (**H6**), a które to rasy charakteryzują się niskim poziomem IMF. Podobne spostrzeżenia przynoszą badania **Damona** i **wsp.** (2006), którzy analizując poziom wybranych wskaźników w dwu grupach zwierząt o wysokiej (2,82%) i niskiej (1,15%) zawartości tłuszczu śródmięśniowego nie stwierdzili statystycznych różnic w zakresie wieku osiągnięcia masy ubojowej (wynoszącej 105 kg). Dwa powyżej analizowane wskaźniki (tempo wzrostu i wiek osiągnięcia masy ubojowej) są ściśle ze sobą związane i jak powszechnie sądzono powinny różnicować badane populacje pod względem poziomu tłuszczu śródmięśniowego. Brak takiego oddziaływania prawdopodobnie związany jest ze zbyt niską masą ubojową, a ściślej ze zmianami

genetycznymi populacji trzody chlewnej w zakresie tempa odkładania tkanki mięsnej i tłuszczowej wynikającej z kierunkowej selekcji na mięsność tusz. Według **Schwaba i wsp.** (2007) współczesny genotyp świń charakteryzuje się wysokim potencjałem w kierunku odkładania tkanki mięsnej w porównaniu do genotypu świń sprzed dwu dekad. Niestety wraz z tym tempem zmian, według wspomnianych autorów nie idzie w parze tempo zmian odkładania tłuszczu śródmięśniowego. Skutkuje to tym, że zwierzęta współczesne szybko uzyskują masę ubojową przy niskim poziomie IMF. Uzyskanie odpowiedniego poziomu IMF możliwe jest poprzez podniesienie masy ubojowej, co jednak nie jest korzystne ze względów ekonomicznych. Niekorzystnym efektem takiego zabiegu byłoby pogorszenie niektórych walorów sensorycznych tak otrzymanego surowca (**Candek-Potokar i wsp.**, 1998) oraz zwiększenie poziomu tłuszczu podskórnego (okrywowego). Analiza wskaźników rzeźnych związanych z otluszczeniem (średnia grubość słoniny, procentowa zawartość tłuszczu) i umięśnieniem tuszy (procentowy udział polędwicy i szynki) przeprowadzona przez **Damona i wsp.** (2006) w dwu grupach zwierząt zróżnicowanych pod względem poziomu IMF wykazała istotną różnicę tylko dla cech związanych z otluszczeniem. W badaniach własnych (**H4**) grupy zwierząt różniące się pod względem poziomu IMF nie wykazywały zróżnicowania w zakresie poziomu tłuszczu okrywowego. W przypadku ras wbp, pbz i Duroc zróżnicowanie grup w zawartości IMF skutkowało różnicowaniem w zakresie mięsności tuszy. Należy jednak zaznaczyć, że zmiany te nie przebiegały podobnie u wszystkich ras. Uzyskane wyniki wskazują także na możliwość podwyższenia poziomu IMF u ras wbp i pbz w przypadku wykorzystania w selekcji pośredniej wskaźnika jakim jest efektywność wykorzystania paszy (**H6**). Nie byłoby to jednak korzystne z ekonomicznego punktu widzenia, bowiem te dwie cechy (dwa kierunki doskonalenia) są w antagonizmie do siebie (chcąc podnieść poziom IMF automatycznie będzie prowadzić się selekcję negatywną na efektywność wykorzystania paszy). Analogiczną sytuację obserwowano w przypadku związku pomiędzy żernością zwierząt a poziomem IMF (**H6**). Zarówno wyniki własne jak i innych autorów ograniczają możliwość wykorzystania tej cechy w selekcji pośredniej w kierunku poprawy poziomu IMF.

Przez długie lata panował pogląd o silnym związku pomiędzy grubością tłuszczu okrywowego a poziomem tłuszczu śródmięśniowego. Wobec tego należałoby się spodziewać wyższej zawartości tłuszczu śródmięśniowego u zwierząt bardziej otluszczonych, czyli u ras puławskiej, Duroc i linii 990. Rzeczywiście wspomniane rasy charakteryzowały się najwyższym poziomem tego wskaźnika (**H1**). Jednakże głębsza analiza zmian IMF przeprowadzona w badaniach własnych wskazuje, że zależność ta nie ma przebiegu kierunkowego (**H8**). Brak ścisłego związku pomiędzy tłuszczem okrywowym a poziomem IMF potwierdzają też niskie korelacje genetyczne pomiędzy tymi cechami (**Suzuki i wsp.**, 2005; **Cai i wsp.**, 2008) wynoszące odpowiednio  $r_G = -0,03$  i  $r_G = -0,13$ , a także wyniki badań własnych w tym zakresie (**H7**). Brak zależności pomiędzy grubością słoniny a poziomem IMF wykazali także **Ville i wsp.** (1997) obserwując jednocześnie wysoką zmienność obu badanych cech. Fakt ten potwierdziły również badania własne (**H1**). Świadczyć to może o tym, że grubość słoniny grzbietowej i IMF mogą być warunkowane częściowo innymi grupami genów (**H3**). Brak takich zależności jest w przypadku trzody chlewnej sygnałem pozytywnym, pozwala bowiem na prace hodowlano-selekcyjne w obu



tych kierunkach jednocześnie czyli podwyższania poziomu IMF i obniżania poziomu tłuszczu okrywowego. Podsumowując tą część badań można stwierdzić, że uwzględnione dotychczas w selekcji wskaźniki dotyczące cech tucznych i rzeźnych nie dają możliwości poprawy zawartości IMF. Wysokie tempo odkładania tkanki mięśniowej współczesnych ras nie pozwala na pełne zmanifestowanie (uzyskanie optymalnego poziomu IMF) różnic genetycznych w zakresie odkładania tłuszczu śródmięśniowego przy masie ubojowej wynoszącej około 100 kg. Ta niekorzystna informacja zmusiła do poszukiwania innych źródeł warunkujących zmienność tej cechy.

Przesłanki ku temu dały wyniki autorów (**Damon i wsp.**, 2006; **Gerbens i wsp.**, 2001; **Urban i wsp.**, 2002) analizujących technikami genetyki molekularnej (PCR/RFLP) zmiany mutacyjne w obrębie genów **H-FABP** i **A-FABP** oraz **LEPR**. Białka **H-FABP** (Heart Fatty Acid Binding Protein) i receptor leptyny (**LEPR**) ze względu na pełnioną przez siebie funkcję odgrywają istotną rolę w metabolizmie lipidów. Białka należące do tej grupy transportują kwasy tłuszczowe z błon komórkowych do miejsca ich  $\beta$ -oksydacji w mitochondriach, a także mogą wpływać na transkrypcję genów, wzrost i różnicowanie się komórek. U świń kodujące je geny zostały zlokalizowane na chromosomie 6 (SSC6) w pobliżu QTL odpowiadającego za cechy związane z otluszczeniem tuszy (grubość słoniny i zawartość tłuszczu śródmięśniowego) oraz powierzchnią oka polędwicy (**Ovilo i in.**, 2002). Ze względu na funkcję pełnioną przez białka **FABP** zaproponowano uznanie genu **H-FABP** za gen kandydujący, odpowiedzialny za zawartość tłuszczu śródmięśniowego u świń. Pozytywne przesłanki w tym zakresie wnoszą rezultaty badań prowadzone przez **Panga i wsp.** (2006) oraz **Zahao i wsp.** (2010).

Różnice rasowe stwierdzone w przypadku cech otluszczenia, umięśnienia i tempa wzrostu (**H1, H6, H8**) i jednocześnie obserwowany antagonizm pomiędzy tymi cechami a zawartością tłuszczu śródmięśniowego u niektórych ras może sugerować, że w przypadku tej cechy mamy do czynienia ze specyfiką rasową wynikającą z uwarunkowania genetycznego. W związku z tym skupiono się na poszukiwaniu markerów selekcyjnych warunkujących tą cechę (**H2, H3, H5**). Celem przeprowadzonych badań było określenie profilu ekspresji genów **H-FABP** oraz **LEPR** w tkance mięśniowej (*musculus longissimus dorsi* i *musculus semimembranosus*) oraz w wątrobie u świń różnych ras (**H2**) w różnych okresach wiekowych (**H5**). Ponadto określono wpływ oznaczonych polimorfizmów na poziom ekspresji obu genów **H-FABP** i **LEPR** i jego związek z poziomem tłuszczu śródmięśniowego (**H3, H5**). Wykazano, że na poziom transkryptu najsilniej wpływają takie czynniki jak rasa badanych zwierząt, tkanka w której oznaczano transkrypt oraz wiek zwierząt. Należy zaznaczyć, że kolejność wymienionych tu czynników była związana z efektem ich wpływu na uzyskiwaną ilość mRNA (**H2**). Wyniki tych badań dały podstawę do bardziej szczegółowych analiz uwzględniających wymienione czynniki (**H3, H5**). Analiza poziomu ekspresji genu **LEPR** w mięśniu najdłuższym grzbietu wykazała, że wraz z wiekiem zwierząt poziom transkryptu wzrastał, przy czym próg wiekowy od którego ten poziom był statystycznie istotny był różny dla poszczególnych badanych ras (**H2**). Najwyższa jego ekspresja u wszystkich badanych ras zachodziła w komórkach wątroby. Prawdopodobnie było to związane z pobudzeniem przez leptynę procesu glukoneogenezy zachodzącego głównie w komórkach wątroby.

W analizie uwzględniono polimorfizm genu **H-FABP** zlokalizowany w regionie 5'UTR rozpoznawany przez enzym *Hinfl*, zaś w intronie 2 – polimorfizmy identyfikowane enzymami *HaeIII* i *HpaII* (*MspI*). Mutacja identyfikowana enzymem *Hinfl* w odniesieniu do obu uwzględnionych w badaniach mięśni powodowała wzrost poziomu ekspresji u zwierząt o genotypie **H-FABP<sup>hh</sup>** w stosunku do pozostałych form polimorficznych. Druga z badanych mutacji genu **H-FABP** identyfikowana enzymem *HpaII* także uwidoczniła różnice w poziomie ekspresji tego genu w badanych mięśniach. Zwierzęta o genotypie **H-FABP<sup>Aa</sup>** charakteryzowały się istotnie wyższym poziomem transkryptu w stosunku do zwierząt o genotypie **H-FABP<sup>AA</sup>**. Trzecia z analizowanych mutacji (*HaeIII*) nie wywierała istotnego wpływu na poziom transkryptu tego genu.

Założeniem przeprowadzonych badań opublikowanych w pracy **H3** była analiza wpływu poziomu ekspresji genów **H-FABP** i **LEPR** i ich polimorfizmu na cechy związane z jakością dwu najważniejszych wyrębów tuszy świń (połędwicy oraz szynki) uwzględniająca również zawartość w nich tłuszczu śródmięśniowego (IMF). Stwierdzono istotne statystyczne różnice w zawartości tłuszczu śródmięśniowego (IMF) wynikające z mutacji **H-FABP/Hinfl**. Dotyczyło to zawartości zarówno w *musculus longissimus dorsi* ( $p \leq 0,01$ ) jak i *musculus semimembranosus* ( $p \leq 0,05$ ). Kierunek oddziaływania alleli zarówno na ilość transkryptu jak i wspomnianego tłuszczu był identyczny ( $hh > Hh > HH$ ). Spośród innych analizowanych cech otłuszczenia wspomniana mutacja warunkowała tylko zawartość tłuszczu międzymięśniowego szynki oraz poziom tłuszczu podskórnego wyrażonego średnią grubością słoniny z 5. pomiarów ( $P \leq 0,05$ ). Kolejna mutacja warunkująca poziom transkryptu (**H-FABP/HpaII**) nie wykazywała wpływu na badane cechy otłuszczenia wyrębów i tuszy. Wpływ na poziom otłuszczenia połędwicy oraz całej tuszy stwierdzono natomiast analizując polimorfizm genu **H-FABP** identyfikowany enzymem restrykcyjnym *HaeIII*. Obserwowano statystycznie istotne różnice dla wszystkich analizowanych cech tuszy i połędwicy a także poziomu IMF tego wyrębu. Najwyższy poziom otłuszczenia w tym przypadku warunkował allel **H-FABP<sup>p</sup>**. Na cechy związane z otłuszczeniem połędwicy (IMF, zawartość tłuszczu podskórnego, ogólną zawartość tłuszczu tego wyrębu) rzutowała także mutacja **LEPR/Hinfl**. Kolejnym elementem przeprowadzonych badań było oszacowanie zależności (korelacji) pomiędzy poziomem ekspresji analizowanych genów a wybranymi cechami otłuszczenia wyrębów i tuszy (**H3**). Wynika z nich, że poziom ekspresji genu **H-FABP** ma silny związek z poziomem tłuszczu śródmięśniowego ( $P < 0,01$ ). Nie obserwowano natomiast zależności między ilością transkryptu wymienionego genu a poziomem otłuszczenia połędwicy i szynki określanego poprzez procentową zawartość tłuszczu podskórnego i międzymięśniowego. Z kolei poziom ekspresji genu **LEPR** oznaczanego w mięśniach szynki i połędwicy był dodatnio i wysoko skorelowany ( $P \leq 0,01$ ) z wskaźnikiem otłuszczenia wyrębów i tuszy lecz nie wykazywał związku z tłuszczem śródmięśniowym.

Powyższe badania wnoszą istotne elementy dotyczące mechanizmów warunkowania i regulacji wspomnianej ekspresji. Jednak aby wykorzystać wyniki badań w praktyce hodowlanej poszukiwane są zależności pomiędzy allelami wytypowanych mutacji a cechami interesującymi z ekonomicznego lub hodowlanego punktu widzenia. Analiza uzyskanych wyników dla mutacji **H-FABP/Hinfl** wskazuje na możliwości wykorzystania jej w praktyce, bowiem stwierdzono

istotne różnice w warunkowaniu poziomu IMF w mięśni najdłuższym grzbiecie w zależności od genotypu. Obserwowana różnica pomiędzy genotypami hh-HH wyniosła prawie połowę wartości odchylenia standardowego. Poza tym frekwencja genotypu pożądanego (hh) wyniosła w badanej populacji tylko około 20%. W przypadku innych cech związanych z otluszczeniem analizowanych wyrębów, jak i całej tuszy takich zależności nie obserwowano. Wyniki badań wskazują na możliwość prowadzenia selekcji w obu kierunkach jednocześnie (poprawy wskaźnika IMF i obniżania tłuszczu podskórnego). Podobne zależności dla tej mutacji uzyskał **Gerbens i wsp.** (1999). Uzyskali oni bowiem istotny efekt mutacji **H-FABP/Hinfl** dla zawartości tłuszczu śródmięśniowego nie stwierdzając jednocześnie różnic w otluszczeniu tuszy.

Przeprowadzone badania (**H3**) wykazały, że polimorfizm **H-FABP/HaeIII** różnicował ( $p \leq 0,05$ ) badane zwierzęta zarówno pod względem zawartości tłuszczu śródmięśniowego w *m. lonissimus dorsi* jak i szeregu cech związanych z otluszczeniem polędwicy i tuszy. Podobny rząd wielkości jak w przypadku mutacji **H-FABP/Hinfl** wykazano pomiędzy skrajnymi genotypami DD-dd (0,51%) w mięśni polędwicy. Należy zaznaczyć, że jest to jedyny pozytywny efekt tej mutacji mogący mieć znaczenie praktyczne. Znaczenie to jednak jest niewielkie bowiem w zarodowej populacji świń w kraju aż 70% zwierząt posiadało genotyp **H-FABP<sup>DD</sup>**. W związku z tym możliwości jakie istnieją w doskonaleniu odnośnie tłuszczu śródmięśniowego w oparciu o ten gen zostaną szybko wyczerpane. Mutacja w genie **LEPR** identyfikowana enzymem restrykcyjnym *Hinfl* różnicowała ( $p \leq 0,01$ ) badane zwierzęta pod względem zawartości tłuszczu śródmięśniowego w *musculus longissimus dorsi*. Jednocześnie obserwowano, że zwierzęta o genotypie charakteryzującym się odpowiednim poziomem tego tłuszczu odznaczały się wysoką zawartością tłuszczu podskórnego.

Celem kolejnych bardziej szczegółowych badań (**H5**) była analiza poziomu tłuszczu śródmięśniowego w polędwicy (*musculus longissimus dorsi*) i szynce (*musculus semimembranosus*) oraz poziomu tłuszczu okrywowego tych wyrębów w zależności od wieku badanych zwierząt, czynnika rasowego oraz poziomu ekspresji genów **H-FABP** i **LEPR**. Analiza uwzględniająca wpływ rasy i wieku wykazała, że spośród analizowanych czynników tylko rasa zwierząt wpływała zarówno na poziom tłuszczu śródmięśniowego jak i okrywowego badanych wyrębów ( $P \leq 0,001$ ). Wiek badanych zwierząt wpływał na otluszczenie wyrębów ( $P \leq 0,001$ ) oraz w mniejszym stopniu na poziom tłuszczu śródmięśniowego w obu mięśniach ( $P \leq 0,05$ ). Wskazuje to na brak ścisłego związku pomiędzy poziomem otluszczenia wyrębów a zawartością tłuszczu śródmięśniowego. Brak takiej zależności wyraźnie pokazują wyniki uzyskane dla rasy Duroc i Puławskiej, które są zbliżone pod względem poziomu IMF, a jednocześnie znacznie różniące się w zakresie ogólnego poziomu otluszczenia poszczególnych wyrębów czy też całej tuszy (**H1**). W przypadku analizy wpływu wieku na zawartość IMF oraz poziomu otluszczenia polędwicy i szynki uzyskane wyniki także świadczyły o różnym genetycznym warunkowaniu tych dwóch grup cech (**H5**). Zarówno w polędwicy jak i w szynce wraz z wiekiem badanych zwierząt stwierdzono wzrost otluszczenia wspomnianych wyrębów, a obserwowane różnice pomiędzy poszczególnymi okresami były w większości statystycznie istotne ( $P \leq 0,01$ ). W *m. semimembranosus* stwierdzono brak kierunkowej zależności między wiekiem zwierząt a poziomem IMF. Analiza przeprowadzona dla poziomu ekspresji genów **LEPR** i **H-FABP** wykazała

wysoko istotny wpływ rasy oraz wieku na ilość transkryptu, ale tylko w przypadku genu **LEPR**. Poziom ekspresji genu **LEPR** był wyższy w *m. longissimus dorsi* w porównaniu do *m. semimembranosus*, co stwierdzono już we wcześniejszych badaniach (**H2**). Wykazano wpływ rasy na poziom ekspresji wspomnianych genów. Rasa Duroc odznaczała się znaczną przewagą ( $P \leq 0,01$ ) poziomu ekspresji genu **H-FABP** w obu badanych mięśniach. Najwyższą ilość mRNA genu **LEPR** zaobserwowano dla ras: Puławskiej w *musculus longissimus dorsi* oraz rasy pbz w *musculus semimembranosus*. W obu przypadkach ilość mRNA nie pokrywała się w pełni ani ze stopniem odtuszczenia wyrębów ani z poziomem tłuszczu śródmięśniowego. Z kolei wraz z wiekiem zwierząt obserwowano statystycznie istotny ( $P \leq 0,01$ ) wzrost poziomu transkryptu genu **LEPR** zarówno w *musculus longissimus dorsi* oraz w *musculus semimembranosus*. Przekładało się to na analogiczny wzrost poziomu tłuszczu okrywowego w tych wyrębach. Ten kierunek oddziaływania potwierdzają także wysokie korelacje pomiędzy poziomem transkryptu genu **LEPR** a odtuszczeniem poszczególnych wyrębów wynoszące odpowiednio  $r_p = 0,628$  dla polędwicy i  $r_p = 0,553$  dla szynki (**H3**). Nie wykazano natomiast związku między poziomem transkryptu genu **LEPR** a procentową zawartością tłuszczu śródmięśniowego w tych mięśniach. Odmienną sytuację obserwowano dla genu **H-FABP**, którego poziom ekspresji w badanych mięśniach wpływał na poziom IMF (współczynniki korelacji wynosiły odpowiednio  $r_p = 0,365$  dla *musculus longissimus dorsi* i  $r_p = 0,252$  dla *musculus semimembranosus*). Należy też zaznaczyć, że w tym przypadku nie stwierdzono zależności pomiędzy ilością transkryptu genu **H-FABP** a poziomem tłuszczu okrywowego polędwicy i szynki a także różnic w poziomie ekspresji wynikających ze zróżnicowania wiekowego badanych zwierząt.

Prezentowane powyżej wyniki dowodzą złożoności warunkowania wskaźników związanych z odtuszczeniem tusz i nie do końca poznanej roli wytypowanych genów, a także ich współdziałania z narządami i tkankami. Oprócz licznych doniesień o wysokim poziomie ekspresji **H-FABP** w mięśniu sercowym i mięśniach szkieletowych (**Heuckeroth i wsp.**, 1987; **Ding i wsp.**, 1999) **Li i wsp.** (2007) stwierdzili wysoką ilość mRNA **H-FABP** (około 30% poziomu obserwowanego w mięśniach szkieletowych) także w tkance tłuszczowej dorosłych świń. Cytowani powyżej autorzy sugerowali zmianę poglądu odnośnie znaczenia i roli tkanki tłuszczowej określanej dotychczas jako bierne repozytorium energii do roli ważnego i aktywnego narządu wydzielania wewnętrznego. Jest to tym bardziej uzasadnione ze względu na dużą liczbę białek i hormonów wydzielanych w komórkach tłuszczowych (**Ailhaud**, 2006). O złożoności procesu lipogenezy świadczy liczba ponad 900 genów będących kandydatami do roli QTL dla grupy cech odtuszczenia (**Świtoński i wsp.**, 2010). Tak duża ilość genów zaangażowana w warunkowanie cech związanych z odtuszczeniem i ich wzajemne interakcje (epistaza) nie pozwoliły jak dotychczas na znalezienie jednego czynnika, który charakteryzowałby się dużym efektem. Pomimo braku zadawalających efektów w tym zakresie, należy kontynuować ten kierunek badań ponieważ nawet niewielkie oddziaływanie jakie wykazywałby określony gen wspomagany nowoczesnymi metodami oceny wartości hodowlanej (metodą BLUP) może przynieść korzystne zmiany w zawartości tłuszczu śródmięśniowego doskonalonej populacji. W efekcie końcowym przełoży się to na poprawę parametrów tekstury i cech sensorycznych produkowanej wieprzowiny.

Obecnie nie ma możliwości obiektywnej i taniej metody określania zawartości tłuszczu śródmięśniowego (IMF) bezpośrednio na żywych zwierzętach, a selekcja pośrednia oparta o cechy tuczne i rzeźne oceniane przyżyciowo nie gwarantuje postępu (**H4**, **H6**, **H8**). Pozostaje więc jedynie właściwe wykorzystanie wyników ze stacji kontroli poprzez włączenie określanego tam IMF do oceny wartości hodowlanej metodą BLUP. Potwierdzeniem mogą być wyniki **Schwaba i wsp.** (2006) i **Newcoma i wsp.** (2005), którzy stosując metodę BLUP szacowania wartości hodowlanej na dystansie kilku pokoleń uzyskali znaczny postęp w tej cesze. Także **Schwab i wsp.** (2009) wykorzystując tą metodę oraz wspomagając się wynikami badań molekularnych (**FABP3**) uzyskał znaczny wzrost poziomu IMF w doskonalonym stadzie. Warunkiem niezbędnym do realizacji powyższego zadania jest poznanie odziedziczalności, oraz korelacji genetycznych dla tego parametru (IMFu) oszacowanych w oparciu o dane populacji podlegającej doskonaleniu. W przypadku zawartości tłuszczu śródmięśniowego dla krajowej populacji hodowlanej tych parametrów nie określano. Dlatego też celem kolejnych badań (**H7**) było oszacowanie parametrów genetycznych dla tej cechy, gdyż są one niezbędne w opracowaniu modelu oceny wartości hodowlanej metodą BLUP. Badaniami objęto oprócz wskaźnika IMF, grupę cech tucznych i rzeźnych wykorzystywanych w aktualnym programie hodowlanym lub przewidywanych do włączenia w przyszłości. Odziedziczalność zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie polędwicy kształtowała się na średnim poziomie dla obu najliczniej hodowanych w kraju ras (dla wbp  $h^2=.318$ , dla pbz  $h^2=.291$ ). Natomiast dla porównania w grupie analizowanych cech najwyższą odziedziczalność obserwowano dla jasności barwy mięsa ( $L^*$ ) mierzonej aparatem Minolta (od  $h^2=.453$  do  $h^2=.572$ ). Większość zależności (korelacji) zarówno genetycznych, a także fenotypowych pomiędzy IMF a badanymi cechami była niska, poniżej poziomu  $r_G=.300$ . W grupie analizowanych cech rzeźnych najwyższe zależności obserwowano pomiędzy poziomem IMF a powierzchnią „oka” polędwicy ( $r_G=-.207$ ). Jako pozytywny wynik tej analizy można uznać niską zależność pomiędzy poziomem IMF a ogólnym poziomem odtuszczenia tusz. Zależności pomiędzy poziomem IMF a średnią grubością słoniny z 5 pomiarów dla całej badanej grupy zwierząt kształtowały się na poziomie  $r_G=.151$ . Nie stwierdzono także żadnych zależności pomiędzy poziomem tłuszczu śródmięśniowego a cechami dotyczącymi użytkowości tucznej. Najwyższą wartością jaką obserwowano w tej grupie cech dotyczyła genetycznej zależności z dziennym pobraniem paszy ( $r_G=.227$ ).

Podsumowując wyniki badań zawarte w pracach **H1-H8** można stwierdzić, że najlepszą metodą, która może gwarantować utrzymanie procentowej zawartości tłuszczu w mięsie na właściwym poziomie jest metoda BLUP uwzględniająca dane IMF ze stacji kontroli. Ocenę tą powinno się wspierać markerami genetycznymi, co daje ponadto możliwość przeprowadzenia selekcji wstępnej w młodym wieku, a tym samym objęcia nią większej ilości zwierząt.

## PODSUMOWANIE BADAŃ

Celem prowadzonych badań w ramach cyklu publikacji wchodzących w skład rozprawy, których wyniki prezentowano powyżej była analiza możliwości poprawy jakości wieprzowiny metodami genetyki populacji oraz genetyki molekularnej ze szczególnym uwzględnieniem poziomu tłuszczu śródmięśniowego (IMF). Wspomniany tłuszcz śródmięśniowy jest udokumentowanym i głównym wskaźnikiem determinującym szereg korzystnych cech związanych z sensorycznymi odczuciami konsumentów (kruchość, smakowitość i soczystość). Na podstawie przeprowadzonych badań możliwe było sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków:

Analizowaną populację świń w kraju ze względu na poziom tłuszczu śródmięśniowego można podzielić na dwie grupy. Grupę pierwszą stanowiły rasy, które charakteryzują się zawartością tego tłuszczu w granicach uznanych przez wielu autorów za odpowiednią (Duroc - 2,23%, Puławska - 2,17%), drugą natomiast te, które posiadają IMF poniżej 2. procentowego progu mięsa dobrej jakości (pbz - 1,76%, wbp - 1,84%, linia 990 - 1,91%, Hampshire - 1,71%, Pietrain - 1,68%). Uzyskane wyniki potwierdzają tempo niekorzystnych zmian w przypadku ras wbp i pbz odnośnie tej cechy. Duża zmienność tej cechy pozwala na uzyskanie odpowiednio wysokiej różnicy selekcyjnej, co daje możliwość poprawy tego wskaźnika.

Badania wykazały, że wykorzystanie w selekcji wskaźników dostępnych z oceny przyżyciowej (tempo wzrostu, długość okresu tuczu, stopień otluszczenia tuszy, zawartość mięsa w tuszy) nie gwarantuje poprawy poziomu IMF. Różne poziomy wybranych cech w większości przypadków nie odzwierciedlały różnic w zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Wysokie tempo odkładania tkanki mięśniowej współczesnych ras nie pozwala na pełne zamanifestowanie (uzyskanie optymalnego poziomu IMF) różnic genetycznych w zakresie depozycji tłuszczu śródmięśniowego przy masie ubojowej wynoszącej około 100 kg.

Stwierdzono, że na poziom transkryptu w przypadku obu analizowanych genów (*H-FABP*, *LEPR*) najsilniej wpływają takie czynniki jak rasa badanych zwierząt, tkanka w której oznaczano transkrypt oraz wiek zwierząt. Analiza genu *LEPR* w mięśni najdłuższym grzbiecie wykazała, że wraz z wiekiem zwierząt poziom ekspresji tego genu wzrastał przy czym próg wiekowy od którego ten poziom był statystycznie istotny był różny dla poszczególnych ras. Najwyższa jego ekspresja u wszystkich badanych ras zachodziła w komórkach wątroby.

Przeprowadzone badania potwierdziły wysoko istotną zależność poziomu mRNA z zawartością IMF w szynce i polędwicy (*H-FABP*) oraz cechami otluszczenia tuszy (*LEPR*). Uzyskane wyniki wskazują że mutacje wpływające na podwyższenie poziomu ekspresji genu *H-FABP* będą skutkowały wyższym tempem odkładania tłuszczu śródmięśniowego w odpowiednich mięśniach, natomiast nie uzyska się efektu ujemnego jakim byłoby zwiększenie ilości tłuszczu okrywowego czy też międzymięśniowego. Z kolei brak korelacji pomiędzy poziomem ekspresji genu *LEPR* w *m. longissimus dorsi* i *m. semimembranosus* a poziomem IMF w tych mięśniach oznacza, że wzrost ekspresji tego genu nie przełoży się na podwyższenie procentowej zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie, natomiast będzie skutkowało wyższym odkładaniem tłuszczu podskórnego i międzymięśniowego. Obie analizowane w badaniach formy otluszczenia tj. poziom tłuszczu okrywowego i poziom tłuszczu śródmięśniowego (IMF) w obu mięśniach (*m. semimembranosus*, *m. longissimus dorsi*) są prawdopodobnie warunkowane odmiennymi czynnikami genetycznymi. Dowodem tego są także uzyskane korelacje pomiędzy cechami otluszczenia a poziomem ekspresji *H-FABP* oraz *LEPR* genów.

Potwierdzono wysoki wpływ wieku badanych zwierząt na poziom tłuszczu okrywowego polędwicy i szynki. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego takiego wpływu nie wykazywała. W przypadku polędwicy zmieniały się z wiekiem relacje pomiędzy tłuszczem okrywowym i śródmięśniowym. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że przy obecnym tempie odkładania obu form tłuszczu w tuszy świń (a zwłaszcza ich wzajemnych proporcji - niekorzystnych) nie ma możliwości uzyskania tusz charakteryzujących się wysokim poziomem tłuszczu śródmięśniowego przy niskim poziomie tłuszczu okrywowego.

Stwierdzona frekwencja genotypów związanych z korzystną zawartością tłuszczu śródmięśniowego w genach uwzględnionych w badaniach jest wysoka (70%). W związku z powyższym możliwość uzyskania populacji homozygotycznej pod tym względem jest możliwa w niedługim okresie

czasu. Wynika stąd, że możliwości doskonalenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego (IMF) w oparciu o selekcję wspomaganą markerami genetycznymi (**H-FABP**) zostaną szybko wyczerpane. W związku z tym należy dalej prowadzić badania nad określaniem genów mających związek z jakością. Wskazaniem zatem byłoby poszukiwanie nowych mutacji w regionach regulatorowych badanych genów, które istotnie przekładałyby się na poziom ekspresji i mogłyby zostać wykorzystane jako marker w selekcji.

Uzyskane odziedziczalności dla zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięśni najdłuższym grzbiecie na poziomie  $h^2=0,3$ , pozwalają na poprawę krajowej populacji zarodowej w umiarkowanym zakresie. Niekorzystną informacją płynącą z badań jest brak zależności pomiędzy IMF a większością badanych parametrów i stąd brak możliwości poprawy tej cechy na drodze selekcji pośredniej. Brak wysokich zależności pomiędzy badanymi cechami, a zwłaszcza pomiędzy IMF a otłuszczeniem tuszy to ważna informacja pozwalająca w pewnym zakresie na doskonalenie krajowej populacji trzody chlewnej w obu tych kierunkach jednocześnie. Aby jednak zatrzymać niekorzystny trend spadkowy poziomu IMF w mięsie świń, należy w krajowym programie hodowlanym opartym na metodzie BLUP, szacować wartość hodowlaną dla poziomu tego tłuszczu jako wartość hodowlaną niezależną bądź element zbiorczej wartości hodowlanej (uwzględniając informacje o poziomie IMF na podstawie danych ze stacji kontroli) i wykorzystywać ją w pracy hodowlanej na aktywnej populacji zarodowej świń w kraju.

## CYTOWANA LITERATURA:

- Ailhaud G.** 2006. Adipose tissue as a secretory organ: From adipogenesis to the metabolic syndrome. *C R Biol*, 2006, 329: 570–577.
- Candek-Potokar M., Zlender B., Lefaucheur L., Bonneau M.** (1998). Effects of age and/or weight at slaughter on *longissimus dorsi* muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Sci.* 48: 287-300.
- Damon M., Louveau I., Lefaucher L., Lebret B., Vincent A., Leroy P., Sanchez M. P., Herpin P., Gondret F.** (2006). Number of intramuscular adipocytes and fatty acid binding protein-4 content are significant indicators of intramuscular fat level in crossbred Large White x Duroc. *J. Anim. Sci.* 84:1083-1092.
- Ellis M.** (2006). High quality pork production system. *Meat Science*. Vol. 1 (Supp.). 99-100.
- Enser M.** (2004). The role of fatty acid in meat flavour. *Proceedings of the British Society of Animal Science*. 10-13.
- Fernandez X., Monin G., Talmant A., Mourot J., Lebret B.** (1999). Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat 2. Consumer acceptability of *m. longissimus lumborum*. *Meat Science*. Vol. 53. 67-72
- Gerbens F., Van Erp A.J.M., Hrders F.L., Verburg F.J., Meuwissen T.H.E., Veerkamp J.H., te Pas M.F.W.**, 1999, Effect of genetic variations of the heart fatty acid-binding protein gene on intramuscular fat and performance traits in pig, *J. Anim. Sci.*, 77: 846-852.
- Gerbens F., Verburg F. J., Van Moerker H. T., Engel B., Biust W., Veerkamp J. H., te Pas M. T.** (2001). Associations of heart and adipocyte fatty acid-binding protein gene expression with intramuscular fat content in pigs. *J. Anim. Sci.* 79:347-354.
- Heuckeroth R. O., Birkenmeier E. H., Levin M. S., Gordon J. I.** 1987. Analysis of the tissue-specific expression, developmental regulation, and linkage relationships of a rodent gene encoding heart fatty acid binding protein. *J. Biol. Chem.* 262:9709–9717.
- Li B., Zerby H.N., Lee K.**, (2007), Heart fatty acid protein is upregulated during porcine adipocyte development, *J. Anim. Sci.*, 85: 1651-1659.
- Newcon D. W., Bass T. J., Schwab C. R., Stalder K. J.** (2005). Genetic and phenotypic relationship between individual subcutaneous backfat layers and percentage of *longissimus* intramuscular fat in Duroc swine. *J. Anim. Sci.* 83:316-323.
- Pang W.J., Bai L., Yang G.S.** Relationship among H-FABP gene polymorphism, intramuscular fat content, and adipocyte lipid droplet content in main pig breeds with different genotypes in western China. *Acta Genetica Sinica*. Vol. 33, I. 6 (515-524).
- Różycki M., Tyra M.** (2008). Wyniki oceny użytkowości tucznej i rzeźnej świń w stacjach kontroli użytkowości rzeźnej trzody chlewnej. Wydanie własne IZ, Kraków, XXVI. s. 48-71.
- Schwab C. R., Baas T. J., Stalder K. J., Mabry J. W.** (2007). Deposition rates and accretion patterns of intramuscular fat, loin muscle area, and backfat of Duroc pigs sired by boars from two time periods. *J. Anim. Sci.* 2007; 85(6):1540-6.
- Schwab C.R., Mote B.E., Du Z.Q., Amoako R., Baas T.J., Rothschild M.F.** (2009). An evaluation of four candidate genes for use in selection programmes aimed at increased intramuscular fat in Duroc swine. *J Anim Breed Genet.* :126(3):228-36.
- Suzuki K., Irie M., Kadowaki H., Shibata T., Kumagai M., Nishida A.** (2005). Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. *J. Anim. Sci.* 83:2058-2065.
- Tyra M., Orzechowska B.** (2006). Effect of age and growth rate on intramuscular fat content of the longissimus dorsi muscle in Polish Landrace and Pulawska pigs. *Anim. Sci (Supp)*. Vol. 1. 36–38.
- Urban T., Mikolasova R., Kuciel J., Ernst M., Ingr I.** (2002). A study of associations of the *H-FABP* genotypes with fat and meat production of pigs. *J. Appl. Genet.* 43(4), pp. 505-509.
- Villé H., Rombouts G., Van Hecke P., Perremans S., Maes G., Spincemaille G., Geers R.** (1997). An evaluation of ultrasound and nuclear magnetic resonance spectroscopy to measure in vivo intramuscular fat content of longissimus muscle of pigs. *J. Anim. Sci.* 1997;75(11):2942-9.
- Wood J.D., Enser M., Fischer A. V., Nute G. R., Richardson R. I., Sheard P. R.** (1998). Meat quality an integrated approach for the future. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> IPVSC Congress, 5<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> July 1998. Brimingham, England.*, v1, 103-113.
- Zhao S.M., Ren L.J., Chen L., Zhang X., Cheng M.L., Li W.Z., Zhang Y.Y., Gao S.Z.** (2009). Differential expression of lipid metabolism related genes in porcine muscle tissue leading to different intramuscular fat deposition. *Lipids.* 44(11):1029-37.



## 5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

W 1989 roku po zdaniu matury w Liceum Ogólnokształcącym w Janowie Lubelskim podjąłem studia na Wydziale Zootechnicznym Akademii Rolniczej w Krakowie. Studia ukończyłem w 1994 roku uzyskując stopień magistra inżyniera zootechniki po obronie pracy magisterskiej pt. „Analiza kosztów opasu bydła pochodzącego z krzyżowania towarowego włoskich ras mięsnych (Chianina, Marchigiana, Piemontese) z krajowym bydłem czarno-białym”, której opiekunem był prof. dr hab. Jan Szarek. Od października 1994 roku rozpocząłem pracę jako specjalista, a od lipca 1997 jako asystent w Zakładzie Hodowli Trzody Chlewnej Instytutu Zootechniki w zespole prof. dr hab. Mariana Różyckiego. Praca na stanowisku asystenta (od roku 1996), a później adiunkta (od roku 2001) spowodowała, że moje zainteresowania naukowo-badawcze skupiły się na następujących kierunkach:

- a) doskonalenia metod oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej,
- b) oceny krajowej populacji aktywnej trzody chlewnej w zakresie cech tucznych i rzeźnych,
- c) monitoringu poziomu jakości materiału rzeźnego i jakości mięsa wieprzowego oraz analizie czynników warunkujących tą jakość,
- d) poszukiwaniu markerów genetycznych warunkujących cechy użytkowe świń.

Zagadnienia badawcze związane z doskonaleniem metod oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej były głównym kierunkiem badawczym od samego początku mojej działalności naukowej. Działalność w tym zakresie skupiła się na tworzeniu baz danych z wyników wyceny zwierząt w stacjach kontroli SKURTCh (Stacjach Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej) dokonujących oceny zarodowego pogłowia świń w kraju pod kątem użytkowości tucznej, rzeźnej i jakości mięsa. Pomocne były mi w tym dwa wyjazdy jakie odbyłem do Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub (Niemcy – 1996 i 1998). Wyjazdy te umożliwiły mi zaznajomienie się z organizacją hodowli w Niemczech oraz zasadami funkcjonowania analogicznych stacji w Bawarii i stosowanymi w nich metodami oceny świń. Pozwoliło mi to na przygotowywanie bardziej szczegółowych opracowań wyników z oceny stacyjnej, które są wykorzystywane jako podstawowe i najbardziej efektywne narzędzie w pracy selekcyjnej na krajowej populacji zarodowej trzody chlewnej. Jest to istotna część mojej działalności wdrożeniowo-popularyzatorskiej, którą zajmuję się do chwili obecnej, i która stanowi znaczną część mojego dorobku naukowego (*wykaz osiągnięć C6, C7, C13, C14, C20, C26, C32, C38, C45, C51, C53, C55, C56, C57, C58, C59, C60, C61, C62*). Zaznajomienie się na wspomnianych wyjazdach z organizacją bawarskich stacji kontroli, oraz moje zainteresowania informatyczne i zapoznanie się metodami programowania (poznanie języka Delphi) skutkowało opracowaniem informatycznego systemu dla stacji kontroli (stworzeniem oprogramowania komputerowego, 1997). Obejmowało ono całość zagadnień związanych z funkcjonowaniem krajowej oceny stacyjnej (nabór zwierząt, wycena tuczna i rzeźna, gromadzenie wyników w systemie bazodanowym, obieg dokumentów hodowlanych). Oprogramowanie to jest wykorzystywane przez stacje kontroli w Polsce do chwili obecnej.

Kontynuacją badań, które prowadziłem z zakresu doskonalenia metod oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej były prace wykonywane w ramach grantu

promotorskiego pt. *„Parametry genetyczne cech rozplodowych różnych ras świń”*, który otrzymałem w 1998 roku. Efektem realizacji tego projektu była rozprawa doktorska pod tym samym tytułem, którą przygotowałem pod kierunkiem prof. dr hab. Mariana Różyckiego i którą obroniłem 28.09.2000. Zarówno praca doktorska jak i obrona zostały wyróżnione przez Dyrektora Instytutu Zootechniki. Niezależnie od tego, wynikiem tych badań były publikacje oryginalne (wykaz osiągnięć: **A55, A51, A46, A40**), a także doniesienia na konferencje zagraniczne i krajowe (wykaz osiągnięć: **D8, E5, E6, E12**). Parametry genetyczne oszacowane dla krajowej populacji zarodowej w ramach pracy doktorskiej wykorzystane zostały w pracach zespołu opracowującego ocenę wartości hodowlanej świń metodą BLUP – model zwierzęcia z wykorzystaniem wyników oceny rozplodowej, w których brałem aktywny udział (**E25, E29, E30, E32**). Metodę BLUP do oceny wartości hodowlanej świń dla cech rozplodowych wdrożono do praktyki w Polsce na szeroką skalę w 2004 roku, obejmując nią całe pogłowie zarodowe. Biorę udział w opracowywaniu szczegółowych wyników z tej oceny, które ukazują się dwa razy w roku i są wykorzystywane jako podstawowe i najbardziej efektywne narzędzie w pracy selekcyjnej w zakresie poprawy wskaźników rozplodowych krajowej populacji zarodowej trzody chlewnej (wykaz osiągnięć **C1, C5, C8, C9, C15, C16, C21, C27, C28, C33, C34, C39, C40, C47, C48**).

Równocześnie brałem udział w pracach nad doskonaleniem metody oceny świń w stacjach kontroli (SKURTCh). Uczestniczyłem we wszystkich pracach związanych z modernizacją tej oceny, począwszy od zmian dokonywanych w metodyce oceny, a kończąc na wprowadzeniu oceny wartości hodowlanej metodą BLUP-model zwierzęcia w 2004 roku (wykaz osiągnięć **C2, C4, C11, C12, C18, C19, C24, C25, C30, C31, C36, C37, C42, C43, C46, C49, C52**). Wprowadzenie do praktyki tej metody stworzyło warunki do zdecydowanie bardziej obiektywnej oceny zwierząt hodowlanych. Dalsze prace związane z doskonaleniem metod oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej, mogłem kontynuować w otrzymanym w roku 2002 projekcie badawczym **3 PO6Z 054 23** pt. *„Opracowanie metody szacowania procentowej zawartości mięsa w tuszy metodą ultrasonograficzną w oparciu o pomiary przyżyciowe i poubojowe”*. Celem tych badań było określenie przydatności ultrasonograficznej techniki pomiarowej (USG) do oceny otluszczenia i umięśnienia świń. Dotyczyło to zarówno możliwości zastosowania tego typu urządzeń w ocenie przyżyciowej, jak i poubojowej (wykaz osiągnięć: **A5, A7, A8, A37, A43, D16, D19, D29, E14, E16**). Z tym zagadnieniem wiążą się też badania realizowane aktualnie w ramach projektu **N N311 082240** pt. *„Predykcja wartości użytkowej świń w oparciu o pomiary przyżyciowe przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych”*, którego jestem głównym wykonawcą. Prace badawcze realizowane w ramach tego projektu mają za zadanie wykorzystanie nowych rozwiązań analityczno-statystycznych (SSN) w celu zwiększenia dokładności aktualnie stosowanej oceny przyżyciowej opartej na równaniach regresji. Pozytywne wyniki tych badań pozwolą na modyfikację metody oceny przyżyciowej, wdrożenie tych rozwiązań do praktyki hodowlanej, co jest jednoznaczne z możliwością uzyskania większego postępu hodowlanego w zakresie doskonalonych cech.

Równolegle z badaniami związanymi z doskonaleniem metod oceny wartości użytkowej i hodowlanej świń aktywnie uczestniczyłem w pracach dotyczących oceny krajowej populacji

zarodowej trzody chlewnej w zakresie cech tucznych i rzeźnych. Efektem prowadzonych badań (wykaz osiągnięć: **A13, A15, A18, A21, A27, A29, A33, A38, A47, A58, D14, D15, D16, D22, D38, E8, E10, E20, E21, E31**) mających na celu doskonalenie populacji zarodowej w tym zakresie i wdrażanie uzyskanych wyników do praktyki hodowlanej wspomaganymi nowoczesnymi metodami oceny (przyżyciowej i stacyjnej) było uzyskanie znacznego postępu w stosunkowo krótkim okresie czasu. W ramach projektów statutowych uczestniczyłem także w badaniach mających na celu doskonalenie użytkowości rozplodowej zarodowej populacji świń w kraju (wykaz osiągnięć: **A6, A14, A46, A56, D11, D21, D35, E28**). Miały one na celu poszukiwanie źródeł zmienności dla wskaźników rozplodowych i możliwości wykorzystania ich w praktyce hodowlanej. Stwierdzono, że stosując klasyczne metody hodowlane prawdopodobnie osiągnięto maximum możliwości w zakresie cech rozplodowych. Efektywność produkcji towarowej w zakresie parametrów rozplodowych można natomiast zwiększyć poprzez wprowadzanie odpowiednich kryteriów selekcyjnych w krajowym programie hodowlanym. Aktualnie ten kierunek badań kontynuuję jako główny wykonawca w projekcie badawczym **N N311 077739** pt. „*Długowieczność loch jako komponent kryterium selekcyjnego świń*”, który jest realizowany przez Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu (wykaz osiągnięć: **D1, E2**).

Jednak główny nurt badań, które prowadziłem był związany z monitoringiem poziomu jakości materiału rzeźnego, jakości mięsa wieprzowego oraz analizą czynników warunkujących tą jakość. W początkowym okresie mojej działalności naukowej problem jakości mięsa nie był aż tak istotny jak w chwili obecnej. Wobec czego prace z tego zakresu dotyczyły głównie monitoringu tej jakości dla krajowej populacji zarodowej świń, jak również poszukiwaniu zależności pomiędzy cechami jakości a innymi wskaźnikami użytkowymi (wykaz osiągnięć: **A59, B1, B2, B3, B4, B5**). Efektem prowadzonych prac hodowlanych ukierunkowanych na poprawę cech rzeźnych było osiągnięcie znacznego postępu w umiśnieniu tuszy, co jednak skutkowało pogorszeniem jakości mięsa. Skutkowało to jednocześnie ujawnieniem się szeregu wad mięsa rzutujących na technologię produkcji oraz na całą ekonomikę produkcji tuczników. Aby temu przeciwdziałać podjęto szereg inicjatyw badawczych w których brałem udział (wykaz osiągnięć: **A35, A36, A39, A49, A50, D2, D13, E1, E7, E12, E16**). Innym niekorzystnym efektem tej jednokierunkowej selekcji było pogorszenie wartości smakowych wieprzowiny i jej przetworów. W dobie nadprodukcji mięsa, a szczególnie mięsa wieprzowego szczególnego znaczenia nabiera właśnie jego jakość, do której coraz większą uwagę przywiązują świadomi konsumenci. Wywierane naciski ze strony konsumentów poprzez początkowy element łańcucha produkcji czyli hodowców zmusiły do poszukiwania czynników kształtujących tą jakość (wykaz osiągnięć: **A4, A22, A23, A25, A31, D3, D17, D25, D29, D30, E9, E18**).

Jakość mięsa nie jest prosta do zdefiniowania i zależy od wielu czynników. Jedną z grup cech wykorzystywanych do określania tego parametru są cechy sensoryczne, a w tym związana z nimi zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF). Należy zaznaczyć, że tłuszcz ten korzystnie wpływa na kruchość, smakowitość i soczystość mięsa i jest nośnikiem smaku. Większość badaczy zajmujących się zagadnieniem jakości mięsa podaje, że dla mięsa dobrej jakości zawartość tłuszczu śródmięśniowego powinna mieścić się w granicach 2%-3%. Jak wskazały

badania, w których uczestniczyłem (**A32, A57, D10, E6**) krajowa populacja zarodowa trzody chlewnej znacznie odbiega od tego poziomu. Aby zapobiec temu niekorzystnemu zjawisku jakim było systematyczne obniżanie się poziomu IMF w krajowym pogłowie zarodowym aktywnie uczestniczyłem w pracach mających na celu wprowadzenie tego parametru do metodyki oceny stacji kontroli (SKURTCh). Parametr ten rutynowo ocenia się w stacjach kontroli od 2006 roku. Było to niezbędne, aby stworzyć hodowcy system informacji odnośnie jakości mięsa ocenianych zwierząt. Prace badawcze dotyczące analizy możliwości poprawy poziomu tego tłuszczu, który ma udokumentowany związek z teksturą mięsa i jego parametrami sensorycznymi były główną częścią mojego jednotematycznego cyklu publikacji naukowych stanowiącego dorobek habilitacyjny (punkt 4: **H1, H4, H6, H7, H8**). Doceniając wagę problemu jakim jest w obecnym czasie wysoka jakość surowca rzeźnego i konieczności uwzględnienia cech jakościowych w procesie doskonalenia zwierząt hodowlanych, podjąłem w roku 2010 badania z tego zakresu jako wykonawca projektu rozwojowego **N R12 0059 10** pt. „*Wprowadzenie nowych wskaźników jakości i tekstury mięsa do oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej*”. Wyniki tych badań wykorzystane zostaną przy opracowywaniu metody oceny wartości hodowlanej świń uwzględniającej cechy jakościowe (tekstury) mięsa. Wprowadzenie takiej oceny pozwoli na poprawę pod tym względem wartości zarodowego pogłowia świń.

Przedstawiony powyżej kierunek moich zainteresowań badawczych dotyczył głównie możliwości zastosowania metod selekcji pozwalających na poprawę jakości mięsa jak i poprawy wartości poszczególnych elementów tuszy. Najbardziej skuteczną metodą podnoszenia poziomu wybranych cech użytkowych jest zastosowanie dokładnej metody oceny tych cech, a następnie na szczeblu hodowli zarodowej podnoszenie poziomu tych cech poprzez wprowadzenie jej do programu hodowlanego. Jednak uzyskanie trwałych efektów umożliwia jedynie doskonalenie genetyczne zwierząt. Dzięki dynamicznemu rozwojowi metod genetyki molekularnej możliwe stało się poznanie struktury oraz funkcji wielu genów odpowiedzialnych za kształtowanie cech ilościowych. Pozwoliło to także na poszukiwanie nowych wskaźników zmienności genetycznej, a jednocześnie umożliwia wykrywanie zmian frekwencji genów. Dlatego też w ostatnich latach swoje zainteresowania zwróciłem w tym kierunku, czyli poszukiwaniu markerów genetycznych warunkujących cechy użytkowe świń. Uczestniczyłem w poszukiwaniu markerów genetycznych dla cech tucznych i rzeźnych jako wykonawca w dwu projektach zamawianych: **PBZ - KBN - 036/P06/2000/16** pt. „*Badanie wybranych cech transgenicznych świń z ekspresją genu WAP-Fuc*” w latach 2000-2004 i **PBZ - KBN - 113/P06/2005/08** pt. „*Ocena ekspresji genów TMP2 i TNNT3 w różnych okresach rozwoju osobniczego i ich związek z mięsnością świń*” w latach 2005-2008 (wykaz osiągnięć: **A44, A45, A54**). Aktualnie w badaniach z tego zakresu uczestniczę w ramach prac statutowych finansowanych przez Instytut Zootechniki PIB (wykaz osiągnięć: **A1, A3, A10, A17, D5, D6, D19, D33, E23, E24**). Uzyskane rezultaty jakkolwiek pozytywne nie okazały się na tyle wysokie, aby wytypowane do badań geny określić mianem genów głównych dla analizowanych parametrów produkcyjnych.

Zakres prowadzonych w ramach tego kierunku badań częściowo jest kontynuacją tematyki badawczej przedstawianej powyżej, gdyż dotyczy poszukiwania genetycznych mechanizmów warunkowania cech jakości mięsa, a w szczególności warunkowania zmienności poziomu

tłuszczu śródmięśniowego. Pierwsze badania z tego zakresu rozpoczęte w roku 2004 (*wykaz osiągnięć: A48, A53, D32, D34, E22*) dotyczyły analiz zależności pomiędzy genotypami *locus GPI* i *PGD* a wybranymi cechami jakości mięsa, jednak nie przyniosły spodziewanych efektów. Kolejnym genem kandydatem w tym zakresie był gen receptora melanokortyny **MC4R**, którego mutacja różnicowała badaną populację pod względem otluszczenia tuszy (*wykaz osiągnięć: A12*). Poszukiwania markerów genetycznych dla zawartości tłuszczu śródmięśniowego (IMF) były kontynuacją wcześniejszego kierunku badań i były prowadzone w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego **N N311 162937** pt. „*Poszukiwanie markerów spośród genów szlaku melanokortynowego i grupy genów FABP warunkujących efektywność wykorzystania paszy oraz poziom tłuszczu śródmięśniowego (IMF) świń*”. Efektem tych badań były prace jednotematycznego cyklu publikacji naukowych stanowiącego mój dorobek habilitacyjny (*wykaz osiągnięć: H2, H3, H5*) szczegółowo opisane w punkcie 4. Analiza uzyskanych w badaniach wyników pozwoliła stwierdzić, że obserwowana zmienność cech otluszczenia tuszy, jak i zawartości tłuszczu śródmięśniowego, nie jest całkowicie warunkowana polimorfizmem wytypowanych do badań genów. Dowodzi to złożoności warunkowania wskaźników związanych z otluszczeniem tusz i jakości mięsa i nie do końca poznanej roli wytypowanych genów w tym procesie. Duża ilość genów zaangażowana w lipogenezę i ich wzajemne interakcje (epistaza) nie pozwoliły jak dotychczas na znalezienie jednego czynnika który charakteryzowałby się dużym efektem i mógłby być wykorzystany w praktyce hodowlanej jako marker. Tak więc drugi kierunek poszukiwań genetycznego warunkowania tego wskaźnika (IMF) to poszukiwania genów warunkujących profil histologiczny interesujących nas mięśni (*wykaz osiągnięć: A19, D7, D18, D20, E3*). Tą tematykę badawczą realizuję aktualnie jako główny wykonawca w zespole realizującym projekt badawczy **N N311 349139** pt. „*Określenie związku pomiędzy profilem histologicznym mięśni i jego genetycznym uwarunkowaniem a cechami jakościowymi mięsa świń*”. Doniesienia w tym zakresie potwierdzają istnienie ścisłego związku pomiędzy budową histologiczną mięśnia zdeterminowaną jego funkcją w organizmie i określającą jego możliwości fizjologiczne a jego składem chemicznym (tkankowym). Poznanie genetycznego podłoża zmienności obserwowanej w budowie (profilu) histologicznej mięśni pozwoli na wykorzystanie tych badań w pracach hodowlanych ukierunkowanych na poprawę jakości produkowanej wieprzowiny.

Celem powyższego opracowania była próba scharakteryzowania głównych kierunków badawczych i uzyskanych w tym zakresie osiągnięć w których uczestniczyłem jako wykonawca i które sam podejmowałem w trakcie swojej kariery naukowej. Uzupełnieniem tego opisu jest poniżej przedstawiony wykaz projektów w których uczestniczyłem i aktualnie uczestniczę, wykaz osiągnięć naukowo badawczych (publikacyjnych) załączony jako oddzielny dokument (załącznik nr 4) oraz wykaz pozostałych osiągnięć (poza publikacyjnych), także jako oddzielny załącznik (nr 6).

**WYKAZ PROJEKTÓW BADAWCZYCH W KTÓRYCH UCZESTNICZYŁEM Z OKREŚLENIEM CHARAKTERU MOJEGO UDZIAŁU**

a) projekt promotorski:

- **5 P06D 028 14** – „Parametry genetyczne cech rozplodowych różnych ras świń” – Instytut Zootechniki PIB (1998 – 1999).

b) projekty badawcze których byłem kierownikiem:

- **3 P06Z 054 23** – „Opracowanie metody szacowania procentowej zawartości mięsa w tuszy metodą ultrasonograficzną w oparciu o pomiary przyżyciowe i poubojowe” – Instytut Zootechniki PIB (2002 – 2005).
- **N N311 162937** – „Poszukiwanie markerów spośród genów szlaku melanokortynowego i grupy genów FABP warunkujących efektywność wykorzystania paszy oraz poziom tłuszczu śródmięśniowego (IMF) świń” - Instytut Zootechniki PIB (2009-2012)
- **N R12 0059 10** – „Wprowadzenie nowych wskaźników jakości i tekstury mięsa do oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej” – Instytut Zootechniki PIB (aktualnie wykonywany).

c) projekty badawcze w których brałem udział jako główny wykonawca:

- **2 P06Z 033 26** – „Wpływ tempa wzrostu na właściwości fizykochemiczne mięsa i budowę histologiczną tkanki mięśniowej świń różnych ras” - Instytut Zootechniki PIB (2004-2007)
- **N N311 220938** – „Poprawa użyteczności rozplodowej loch w oparciu o selekcję na markery genów odpowiedzialnych za implantację zarodków (EGF, AREG i LIF)” - Instytut Zootechniki PIB (2010-2013)
- **N N311 349139** – „Określenie związku pomiędzy profilem histologicznym mięśni i jego genetycznym uwarunkowaniem a cechami jakościowymi mięsa świń” – Instytut Zootechniki PIB (aktualnie wykonywany).
- **N N311 082240** - „Predykcja wartości użytkowej świń w oparciu o pomiary przyżyciowe przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych” – Instytut Zootechniki PIB (aktualnie wykonywany).
- **N N311 077739** – „Długowieczność loch jako komponent kryterium selekcyjnego świń” – Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN (aktualnie wykonywany).

d) projekty badawcze w których brałem udział jako wykonawca:

- **PBZ - KBN - 036/P06/2000/16** – „Badanie wybranych cech transgenicznych świń z ekspresją genu WAP-Fuc” - Instytut Zootechniki PIB (2000-2004)
- **PBZ - KBN - 113/P06/2005/08** – „Ocena ekspresji genów TMP2 i TNNT3 w różnych okresach rozwoju osobniczego i ich związek z mięsnością świń” – Instytut Zootechniki PIB (2005-2008)
- **PBZ - KBN - 113/P06/2005/06** – „Zbadanie wpływu wieku i rasy świń na poziom ekspresji genów miostatyny i hormony wzrostu” – Instytut Zootechniki PIB (2005-2008).
- **N N311 102834** – „Ocena zmienności i ekspresji genów PIT1, GHRL, GHRH, LEP współdziałających w regulacji poziomu otuszczenia tusz świń” – Instytut Zootechniki PIB (2008-2011)
- **POIG.01.01.02-14-090/09-00** - „Biożywność innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego”, podzadanie 3.5. „Określenie komponentów rasowych dających możliwość uzyskania mięsa wieprzowego o standardach żywności funkcjonalnej” – Instytut Zootechniki PIB (2010 – 2012).
- **POIG.02.03.03-00-005/08** – „Budowa teleinformatycznej platformy wymiany wiedzy o jakości i bezpieczeństwie produkcji zwierzęcej” – Instytut Zootechniki PIB (2010 – 2012).

## LICZBOWE ZESTAWIENIE DOROBKU NAUKOWEGO \*)

	PRZED DOKTOREM			PO DOKTORACIE			ŁĄCZNIE		
	LICZBA	PKT (MNiSW)	IF	LICZBA	PKT (MNiSW)	IF	LICZBA	PKT (MNiSW)	IF
1). Oryginalne prace twórcze:	5	18	-	67	744	19,569	72	762	19,569
- wykorzystane w monotematycznym cyklu publikacji									
a) publikacje w czasopismach znajdujących się bazie <i>Journal Citation Reports (JCR)</i>				6	120	7,511	6	120	7,511
b) publikacje w innych czasopismach recenzowanych				2	8	-	2	8	-
- publikacje poza monotematycznym cyklem									
a) publikacje w czasopismach znajdujących się bazie <i>Journal Citation Reports (JCR)</i>				18	384	12,058	18	384	12,058
b) publikacje w innych czasopismach recenzowanych	5	18	-	41	232	-	46	250	-
2). Monografie:				1			1		
3). Pozostałe publikacje naukowe:	7			78			85		
- prace konferencyjne									
a) opublikowane w materiałach z konferencji międzynarodowych	3			35			38		
b) opublikowane w materiałach z konferencji krajowych	2			30			32		
- artykuły popularnonaukowe	2			13			15		
4). Monografie informujące o wartości użytkowej i hodowlanej	5			57			62		
<b>RAZEM</b>	<b>17</b>	<b>18</b>		<b>203</b>	<b>744</b>	<b>19,569</b>	<b>220</b>	<b>762</b>	<b>19,569</b>

\*) W punktacji nie uwzględniono prac, które miały formę rozpraw naukowych, były recenzowane ale ukazały się w suplementach wydawnictw naukowych. Po uwzględnieniu ich w punktacji łączna liczba punktów wynosiłaby 873.

**PODSUMOWANIE**

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie **220** pozycji. Wśród wymienionych **72** to oryginalne prace twórcze, z których **8** stanowi jednotematyczny cykl publikacji (zgodnie z art.16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595 ze zm. Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365 oraz Dz. U. z 2011 r. nr 84, poz. 455), **70** to doniesienia na konferencje naukowe, jedną pozycję stanowi rozdział w monografii, **62** pozycje dotyczą publikacji wyników wartości użytkowej i hodowlanej świń i **15** artykułów popularnonaukowych. Znaczna część oryginalnych prac twórczych, których byłem autorem bądź współautorem, ukazała się w czasopismach z listy JCR (**24**). Wyniki uzyskane w ramach prowadzonych badań były prezentowane także na wielu konferencjach naukowych (**70** doniesienia), w tym na konferencjach międzynarodowych (**38**).

Wartość punktowa wszystkich publikacji (wg aktualnej listy czasopism punktowanych MNiSW), wynosi **762** pkt., w tym po uzyskaniu stopnia doktora **744** pkt. Sumaryczny **Impact Factor** publikacji naukowych według listy JCR (zgodnie z rokiem opublikowania) wynosi **19,569**, **liczba cytowań**, według bazy Web of Science wynosi **44**, a **indeks Hirscha** według bazy Web of Science **4**.

Dotychczasowa problematyka moich badań obejmowała następujące grupy zagadnień:

1. doskonalenia metod oceny wartości użytkowej i hodowlanej trzody chlewnej,
2. oceny krajowej populacji aktywnej trzody chlewnej w zakresie cech tucznych i rzeźnych,
3. monitoringu poziomu jakości materiału rzeźnego i jakości mięsa wieprzowego oraz analizy czynników warunkujących tą jakość,
4. poszukiwania markerów genetycznych warunkujących cechy użytkowe świń.

