

# AUTOREFERAT

Dr inż. Agnieszka Otwinowska-Mindur

*Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt  
Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt*

*Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kraków, 13 stycznia 2019.



## SPIS TREŚCI

<b>1 Dane personalne</b>	<b>5</b>
<b>2 Posiadane dyplomy, stopnie naukowe</b>	<b>5</b>
<b>3 Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych</b>	<b>5</b>
<b>4 Wskazanie osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego</b>	<b>7</b>
4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego . . . . .	7
4.2 Omówienie celu naukowego/artystycznego publikacji będących podstawą przewodu habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania . . . . .	8
<b>5 Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych</b>	<b>21</b>
5.1 Przed uzyskaniem stopnia doktora . . . . .	21
5.2 Po uzyskaniu stopnia doktora . . . . .	23
5.3 Indeksy dotyczące wszystkich opublikowanych prac . . . . .	28
5.4 Recenzowanie publikacji naukowych . . . . .	29
5.5 Udział w grantach jako wykonawca . . . . .	29



## 1. DANE PERSONALNE

**Imię i nazwisko:**

Agnieszka Otwinowska-Mindur

**Miejsce zatrudnienia:**

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt  
Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt  
al. Mickiewicza 24/28  
30-059 Kraków

**Telefon:**

(+48) 12 662 41 00

**Email:**

agnieszka.otwinowska@urk.edu.pl

## 2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

**1999 – magister inżynier fizyki:** Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Fizyki i Techniki Jądrowej, praca pod tytułem: „*Badanie rozkładu dawki w fantomie oka metodą dozymetrów termoluminescencyjnych*”, promotor: dr Paweł Olko,

**23.02.2011 – doktor nauk rolniczych w zakresie zootechniki:** Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, tytuł rozprawy: „*Matematyczne modelowanie krzywych laktacji u bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej*”, promotor: dr hab. Ewa Ptak.

## 3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

**2000 – obecnie:** asystent naukowo-dydaktyczny na Wydziale Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie (dawniej Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie).



## 4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

Osiągnięciem naukowym wynikającym 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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) jest cykl publikacji powiązanych tematycznie.

### 4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

*Analiza genetyczna i środowiskowa cech pokroju oraz wybranych cech związanych z użytkowością mleczną bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej*

Na cykl publikacji będących podstawą przewodu habilitacyjnego składają się następujące artykuły naukowe<sup>1</sup>

- [H1] **A. Otwinowska-Mindur**, E. Ptak, W. Jagusiak i A. Żarnecki. „Genetic parameters of conformation traits in young Polish Holstein-Friesian bulls”. W: *Annals of Animal Science* 14.4 (2014). Punkty MNiSW=20; IF=0.613 (IF<sub>5</sub>=0.959), s. 831–840. DOI: [10.2478/aoas-2014-0071](https://doi.org/10.2478/aoas-2014-0071).
- [H2] W. Jagusiak, **A. Otwinowska-Mindur**, E. Ptak i A. Żarnecki. „Genetic correlations between type traits of young Polish Holstein-Friesian bulls and their daughters”. W: *Czech Journal of Animal Science* 60.2 (2015). Punkty MNiSW=30; IF=0.809 (IF<sub>5</sub>=1.061), s. 75–80. DOI: [10.17221/7977-CJAS](https://doi.org/10.17221/7977-CJAS).
- [H3] **A. Otwinowska-Mindur** i E. Ptak. „Genetic analysis of lactation persistency in the Polish Holstein-Friesian cows”. W: *Animal Science Papers and Reports* 33.2 (2015). Punkty MNiSW=25, IF=0.623 (IF<sub>5</sub>=0.845), s. 109–117.
- [H4] **A. Otwinowska-Mindur** i E. Ptak. „Factors affecting the shape of lactation curves in Polish Holstein-Friesian cows”. W: *Animal Science Papers and Reports* 34.4 (2016). Punkty MNiSW=25; IF=0.725 (IF<sub>5</sub>=0.845), s. 373–386.
- [H5] **A. Otwinowska-Mindur**, E. Ptak i W. Jagusiak. „Genetic relationship between lactation persistency and conformation traits in Polish Holstein-Friesian cow population”. W: *Czech Journal of Animal Science* 61.2 (2016). Punkty MNiSW=25, IF=0.988 (IF<sub>5</sub>=1.061), s. 75–81. DOI: [10.17221/8730-CJAS](https://doi.org/10.17221/8730-CJAS).
- [H6] **A. Otwinowska-Mindur**, E. Ptak i A. Grzesiak. „Factors affecting the freezing point of milk from Polish Holstein-Friesian cows”. W: *Annals of Animal Science* 17.3 (2017). Punkty MNiSW=20; IF=1.018 (IF<sub>5</sub>=0.959), s. 873–885. DOI: [10.1515/aoas-2016-0088](https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0088).

Wskazany przy publikacjach *Impact Factor* (IF) jest w zgodzie z wartością podaną w *Journal Citation Report* dostępną w *Web of Knowledge*, właściwą dla roku opublikowa-

<sup>1</sup>Moje i współautorów oświadczenia, określające indywidualny wkład autorów do powstania wymienionych poniżej publikacji, znajdują się w osobnych załącznikach.

nia danego artykułu. Dotyczy to również wymienionych dalej artykułów nie wchodzących w skład ww. cyklu publikacji.

Sumaryczne wartości punktów oraz IF są dla prac z ww. cyklu następujące: punkty MNiSW=145, IF=4,776, IF<sub>5</sub>=5,73.

## 4.2 Omówienie celu naukowego/artystycznego publikacji będących podstawą przewodu habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

### Wstęp

Niekorzystnym efektem prowadzonej przez kilkadziesiąt lat jednostronnej selekcji była ukierunkowana na wzrost wydajności mlecznej, było sukcesywne pogarszanie się wartości tzw. cech funkcjonalnych, głównie cech związanych z rozrodem, zdrowotnością i długością użytkowania. Opisane zjawiska w efekcie spowodowały wzrost zainteresowania selekcją prowadzoną w sposób zrównoważony i efektywny, która uwzględnia m.in. cechy funkcjonalne. Obecnie w konstrukcji indeksów selekcyjnych, określających łączną wartość hodowlaną zwierzęcia, cechom typu i budowy przypisuje się duże znaczenie [L1]. Głównym powodem doskonalenia cech pokroju była holsztyńsko-fryzyjskiego jest genetyczna i fenotypowa zależność między wyglądem zewnętrznym a cechami produkcyjnymi i funkcjonalnymi zwierząt [L2, PB11]<sup>2</sup>.

Ocena wartości genetycznej i wybór rozplodników to najważniejsze elementy każdego programu hodowlanego była mlecznego. We wszystkich krajach selekcja buhajów oparta jest na wcześniejszej genomowej lub znacznie później dostępnej – konwencjonalnej ocenie wartości hodowlanej (tzw. test na potomstwie). W tradycyjnych metodach oceny głównym źródłem informacji jest wydajność potomstwa. Oceny uzyskane za pomocą tych metod charakteryzują się dużą dokładnością, ale proces oceny jest długotrwały (około 5–6 lat) i prowadzi do wydłużenia odstępu międzypokoleniowego na ścieżkach męskich, a w konsekwencji do spowolnienia postępu hodowlanego. Genomową wartość hodowlaną kandydata na rozplodnika szacuje się znacznie wcześniej, dzięki czemu bezpośrednio po osiągnięciu dojrzałości płciowej może on być wykorzystany w rozrodzie. W związku z tym, że dokładność szacowania genomowej wartości hodowlanej jest niższa od dokładności ocen konwencjonalnych, podejmuje się różne próby jej podwyższenia [L3, L4]. W przypadku cech pokroju, dokładność oceny można zwiększyć uwzględniając jednocześnie wartości fenotypowe krów i buhajów. Jest to możliwe tylko wtedy, jeśli cechy te są podobnie zdefiniowane u obu płci i są odpowiednio wysoko skorelowane genetycznie. Niewiele jest prac, w których szacowano parametry genetyczne cech pokroju buhajów [L5, L6]. Brakuje również prac dotyczących możliwości łącznego wykorzystania ocen pokroju buhajów i ich córek do szacowania wartości hodowlanej.

### Omówienie publikacji będących podstawą przewodu habilitacyjnego

Celem pracy [H1] było oszacowanie parametrów genetycznych cech pokroju młodych buhajów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Dane obejmowały 8 cech ocenianych liniowo

---

<sup>2</sup>Wykaz publikacji [PB, PP, OB i OP] oraz moje oświadczenia, określające mój indywidualny wkład do ich powstania, znajdują się w osobnym załączniku.



(w skali od 1 do 9) oraz 6 cech opisowych (oceniane od 50 do 100). Cechy pokroju oceniono u 2 738 młodych buhajów urodzonych między 2001 a 2011 rokiem. Charakterystykę analizowanych cech zawiera Tabela 1. Do szacowania komponentów (ko)wariancji zastosowano wielocechową metodę REML<sup>3</sup> [L7]. W modelu liniowym uwzględniono regresję liniową na wiek oceny (10–23 miesięcy), stały efekt roku urodzenia (11 poziomów), stały efekt stado-klasyfikator (131 poziomów) oraz losowy efekt zwierzęcia (5 172 zwierząt).

Tabela 1: Wartości średnie, odchylenia standardowe, współczynniki zmienności, zakres oraz odziedziczalności cech pokroju (na podstawie [H1]).

Lp.	Cechy pokroju	Średnia	SD*	CV <sup>†</sup>	Min <sup>‡</sup>	Max <sup>◊</sup>	h <sup>2</sup> (SD)*
<i>Cechy opisowe</i>							
1	Wygląd	82,80	2,59	3,1	69	90	0,28 (0,024)
2	Kaliber	85,07	4,38	5,1	69	96	0,37 (0,019)
3	Budowa ogólna	83,11	2,56	3,1	69	96	0,31 (0,020)
4	Nogi i racice	81,60	2,75	3,4	67	90	0,10 (0,013)
5	Umięśnienie	81,93	2,50	3,1	69	90	0,16 (0,017)
6	Typ i budowa	82,90	2,27	2,7	69	89	0,28 (0,020)
<i>Cechy liniowe</i>							
7	Głębokość tułowia	6,49	0,98	15,0	1	9	0,19 (0,022)
8	Szerokość klatki piersiowej	6,02	1,03	17,2	2	9	0,12 (0,018)
9	Ustawienie zadu	4,61	1,11	24,0	1	9	0,31 (0,024)
10	Szerokość zadu	5,48	1,09	19,9	2	9	0,13 (0,019)
11	Postawa nóg tylnych – widok z boku	5,32	0,79	14,8	2	8	0,04 (0,007)
12	Racice	5,68	1,08	19,1	1	9	0,11 (0,016)
13	Postawa nóg tylnych – widok z tyłu	5,31	1,32	24,9	2	9	0,15 (0,018)
14	Umięśnienie przodu	6,80	0,88	13,0	2	9	0,24 (0,021)

\* **SD** – odchylenie standardowe

† **CV** – współczynnik zmienności [%]

‡ **Min** – wartość minimalna

◊ **Max** – wartość maksymalna

\* **h<sup>2</sup> (SD)** – odziedziczalność z odchyleniem standardowym (w nawiasie)

Oszacowane współczynniki odziedziczalności cech pokroju mieszczą się w przedziale 0,04–0,37 (Tabela 1). Spośród cech opisowych najwyższą odziedziczalnością charakteryzują się kaliber oraz budowa ogólna, a najniższą nogi i racice. Wśród cech ocenianych liniowo najwyższą odziedziczalność stwierdzono w przypadku umięśnienia przodu oraz ustawienia zadu. Najniżej odziedziczalne w tej grupie były cechy związane z budową nóg i racic, tj. postawa nóg tylnych – widok z boku oraz racice. W grupie cech opisowych otrzymano średnie i wysokie współczynniki korelacji genetycznej (0,19–0,89). Typ i budowa oraz umięśnienie były genetycznie wysoko skorelowane z pozostałymi cechami opisowymi (0,54–0,89), z wyjątkiem nóg i racic oraz kalibru. Współczynniki korelacji genetycznych w grupie cech liniowych były średnie lub niskie (wartość bezwzględna od 0,02 do 0,52). Oszacowane współ-

<sup>3</sup>REML — metoda największej wiarygodności z ograniczeniami, z ang. *Restricted Maximum Likelihood*

czynniki korelacji fenotypowych i genetycznych świadczą o tym, że żadna cecha pokroju nie może być doskonała wyłącznie na drodze selekcji pośredniej.

W celu określenia zależności między cechami pokroju ocenianymi u młodych buhajów oraz u ich potomstwa przeprowadzono dalsze badania, a wyniki opublikowano w kolejnej pracy [H2], której celem było wyznaczenie korelacji genetycznych między cechami pokroju ocenianymi u buhajów i podobnie zdefiniowanymi cechami mierzonymi u ich córek. Dane obejmowały 7 cech ocenianych liniowo oraz 3 cechy opisowe, które oceniono u 933 młodych buhajów oraz u 65 479 córek tych buhajów. Buhaje urodzone między 2005 i 2008 rokiem były ocenione w wieku 10–22 miesięcy przez 14 klasyfikatorów. Krowy oceniało 19 klasyfikatorów między 15 i 180 dniem pierwszej laktacji.

Komponenty (ko)wariancji szacowano przy użyciu metody bayesowskiej próbkowania Gibbsa [L7], oddzielnie dla każdej cechy ocenionej u buhajów i ich córek. W modelu liniowym zastosowanym dla młodych buhajów uwzględniono regresję liniową na wiek oceny (10–22 miesięcy), stały efekt stada (138 poziomów), stały efekt klasyfikatora (14 poziomów) oraz losowy efekt zwierzęcia (181 908 zwierząt). W modelu liniowym zastosowanym dla córek buhajów uwzględniono stały efekt stado-rok-sezon-klasyfikator (28 562 poziomów), stały efekt fazy laktacji (11 poziomów), regresję na wiek ocielenia (18–48 miesięcy) oraz losowy efekt zwierzęcia (181 908 zwierząt).

Oszacowane współczynniki odziedziczalności cech pokroju mierzonych u młodych buhajów były niskie i mieściły się w przedziale od 0,07 dla nóg i racic do 0,25 dla głębokości tułowia (Tabela 2). Najniższe współczynniki odziedziczalności podobnie zdefiniowanych cech typu i budowy ocenianych córek buhajów oszacowano w przypadku postawy nóg tylnych – widok z tyłu (0,05) oraz dla racic (0,06), a najwyższy współczynnik odziedziczalności oszacowano w przypadku kalibru (0,43). Współczynniki korelacji genetycznych wyznaczone między podobnie zdefiniowanymi cechami pokroju młodych buhajów i ich córek były średnie i wysokie (0,42–0,91). Najniższą zależność uzyskano dla szerokości klatki piersiowej (0,42), a najwyższą dla ustawienia zadu (0,91).

Wielkość oszacowanych współczynników korelacji genetycznej między parami cech pokroju ojców i ich córek sugeruje, iż cechy pokroju krów mlecznych mogłyby zostać poprawione poprzez użycie niektórych cech zmierzonych u młodych buhajów. Włączenie do systemu oceny cech pokroju buhajów, takich jak kaliber, ustawienie zadu oraz trzech cech ocenianych liniowo związanych z budową nóg mogłoby zwiększyć dokładność oceny wartości hodowlanej zwierząt pod względem cech budowy i pokroju.

Z ekonomicznego punktu widzenia wytrwałość laktacji jest ważnym wskaźnikiem płodności, zdrowia oraz kosztów utrzymania krów [L8, L9]. Krowy wysokowydajne charakteryzują się najczęściej wysoką produkcją mleczną w okresie szczytowej wydajności, tzn. około 6–8 tygodnia po wycieleniu. We wczesnej fazie laktacji występuje u nich zwykle ujemny bilans energii, który prowadzi do uruchamiania rezerw energetycznych. Długotrwały stan niedoboru energii wywołuje stres metaboliczny, który może być przyczyną różnych chorób oraz zaburzeń płodności i obniżonej produktywności. Uniknięcie stresu metabolicznego w pierwszym trymestrze laktacji jest możliwe u krów o wysokiej wytrwałości laktacji. Takie krowy produkują mniej mleka w początkowym stadium laktacji, ale utrzymują stosunkowo wysoką wydajność przez dłuższy okres laktacji po szczycie, więc w czasie trwania laktacji krowy te charakteryzują się mniejszym zapotrzebowaniem energetycznym na początku laktacji, co wpływa korzystnie na poprawę reprodukcji, a dodatkowo zmniejsza koszty utrzymania takich krów w stadzie [L8, L10, L11, L12]. Selekcja mająca na celu zwiększenie wytrwałości

Tabela 2: Odziedziczalności oraz korelacje genetyczne wybranych cech pokroju młodych buhajów i ich córek (na podstawie [H2]).

Lp.	Cecha pokroju	$h^2_{\text{ojcowie}}$ (SD)*	$h^2_{\text{córki}}$ (SD) $^{\diamond}$	$r_g$ (SD) $^{\dagger}$
<i>Cechy opisowe</i>				
1	Kaliber	0,11 (0,025)	0,43 (0,019)	0,83 (0,046)
2	Typ i budowa	0,21 (0,043)	0,24 (0,017)	0,45 (0,122)
3	Nogi i racice	0,07 (0,011)	0,07 (0,010)	0,47 (0,166)
<i>Cechy liniowe</i>				
4	Głębokość tułowia	0,25 (0,034)	0,19 (0,014)	0,65 (0,080)
5	Szerokość klatki piersiowej	0,12 (0,026)	0,15 (0,013)	0,42 (0,128)
6	Ustawienie zadu	0,23 (0,036)	0,25 (0,017)	0,91 (0,024)
7	Szerokość zadu	0,08 (0,014)	0,26 (0,018)	0,48 (0,141)
8	Postawa nóg tylnych – widok z boku	0,08 (0,024)	0,10 (0,011)	0,80 (0,054)
9	Racice	0,09 (0,026)	0,06 (0,009)	0,79 (0,061)
10	Postawa nóg tylnych – widok z tyłu	0,12 (0,017)	0,05 (0,005)	0,76 (0,044)

\*  $h^2_{\text{ojcowie}}$  (SD) – odziedziczalność z odchyleniem standardowym (w nawiasie) cech pokroju ocenionych u młodych buhajów

$^{\diamond}$   $h^2_{\text{córki}}$  (SD) – odziedziczalność z odchyleniem standardowym (w nawiasie) cech pokroju ocenionych u córek buhajów

$^{\dagger}$   $r_g$  (SD) – korelacja genetyczna z odchyleniem standardowym (w nawiasie)

laktacji wraz z poprawą cech produkcyjnych może okazać się dobrym sposobem zwiększenia wydajności mlecznej z równoczesnym uniknięciem chorób czy też problemów reprodukcyjnych. Badania przeprowadzone przez Muir i wsp. [L13] wykazały korzystną genetyczną zależność między wytrzymałością laktacji i przebiegiem ocieleni oraz płodnością. Jedynym krajem, który włączył wytrzymałość laktacji do rutynowej oceny wartości hodowlanej bydła jest Kanada [L14, L15]. Niewiele jest prac, w których analizowano zależność genetyczną między wytrzymałością laktacji i cechami typu i budowy [L16].

Poszukiwanie jednej wartości liczbowej w celu określenia wytrzymałości laktacji jest od lat przedmiotem badań [L10, L11, PB6]. Głównym celem prac [H3, H5] była analiza genetyczna wytrzymałości laktacji wyrażonej kilkoma różnymi parametrami. Jeśli wyniki badań okażą się obiecujące, wytrzymałość laktacji należałoby włączyć do programu hodowlanego populacji bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Dodatkowo w pracy [H5] badano genetyczną zależność między porównywanymi miarami wytrzymałości i wybranymi cechami pokroju. W pracach [H3, H5] parametry wytrzymałości laktacji wyznaczano w oparciu o krzywe laktacji dopasowane do danych o dziennej wydajności mleka.

Badania nad zastosowaniem różnych funkcji matematycznych odzwierciedlających kształt krzywej laktacji prowadzone są od lat dwudziestych ubiegłego wieku [L17]. Znajomość przebiegu krzywej laktacji stanowi użyteczne narzędzie, zarówno w pracy hodowlanej jak i przy zarządzaniu stadem krów mlecznych [L18]. Znajomość przebiegu krzywych laktacji ułatwia prowadzenie selekcji genetycznej, przewidywanie wydajności krów i ekonomiczne zarządzanie stadem [L18, L19]. Funkcje matematyczne opisujące kształt krzywej laktacji zaproponowali m.in. Wood [L20, L21, L22], Ali i Schaeffer [L23] oraz Wilmink [L24]. Ze względu na

cenne własności statystyczne (np. ortogonalność) dużym zainteresowaniem w modelowaniu krzywych laktacji cieszą się wielomiany Legendre'a [L25].

W pracy [H3] dane o dziennej wydajności mleka dotyczyły 117 327 trzech pierwszych laktacji 110 141 krów wycielonych między 1995 i 2009 rokiem. Do tych danych dopasowano krzywe laktacji wykorzystując funkcję Ali i Schaeffera [L23] oraz wielocechową metodę MTP<sup>4</sup> [L26]. Zdefiniowano trzy miary wytrwałości laktacji. Pierwsza miara ( $P_{2:1}$ ) została zdefiniowana jako stosunek wydajności mleka w drugich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji. Druga miara ( $P_{3:1}$ ) to stosunek wydajności mleka za ostatnie sto dni 305-dniowej laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji. Trzecia miara ( $P_d$ ) to iloraz wydajności mleka w 280 dniu doju do wydajności w 60 dniu doju.

Do szacowania komponentów (ko)wariancji dla wytrwałości laktacji zdefiniowanej jako  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$  oraz  $P_d$  zastosowano wielocechową metodę REML [L7]. W modelu liniowym uwzględniono stałe efekty: stado-rok-sezon i klasa wieku oraz losowy efekt zwierzęcia. Oszacowane współczynniki odziedziczalności dla wytrwałości laktacji były niskie i wahały się od 0,01 do 0,08 (Tabela 3). Najwyższe współczynniki odziedziczalności wyznaczono w laktacji drugiej dla wytrwałości zdefiniowanej jako  $P_{3:1}$  i  $P_d$ . Wytrwałość określona miarą  $P_{3:1}$  i  $P_d$  były wysoko genetycznie skorelowane (0,96–0,99), podczas gdy genetyczna zależność między miarami  $P_{2:1}$  i  $P_d$  była stosunkowo niska i wahała się od 0,66 do 0,81 (Tabela 4).

Tabela 3: Odziedziczalność wytrwałości laktacji, w trzech pierwszych laktacjach (na podstawie [H3]).

Numer laktacji	$P_{2:1}^*$	$P_{3:1}^\dagger$	$P_d^\diamond$
1	0,03	0,05	0,07
2	0,05	0,08	0,08
3	0,01	0,02	0,04

\*  $P_{2:1}$  – stosunek wydajności mleka w drugich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

†  $P_{3:1}$  – stosunek wydajności mleka w trzecich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

◇  $P_d$  – stosunek wydajności mleka w 280 dniu doju do wydajności w 60 dniu doju [%]

Tabela 5 zawiera wartości współczynników korelacji genetycznej i fenotypowej między 305-dniową wydajnością mleka i wytrwałością laktacji, w trzech pierwszych laktacjach krów. Dobry parametr opisujący wytrwałość laktacji powinien być niezależny (nisko skorelowany) od 305-dniowej wydajności mleka. Wyznaczono ujemne i średnie współczynniki korelacji genetycznej między 305-dniową wydajnością mleka i wytrwałością określoną jako  $P_{3:1}$  i  $P_d$  w każdej z trzech pierwszych laktacji oraz miarą  $P_{2:1}$  w drugiej laktacji. W każdej z trzech pierwszych laktacji wyznaczono niskie współczynniki korelacji fenotypowej między 305-dniową wydajnością mleka i wytrwałością laktacji zdefiniowaną jako  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$  oraz  $P_d$ . Współczynniki korelacji fenotypowej między 305-dniową wydajnością mleka i miarą  $P_d$  w każdej z trzech pierwszych laktacji były praktycznie równe i wynosiły: 0,14–0,15, natomiast korelacje między wydajnością mleka i miarą  $P_{3:1}$  (0,11–0,17) oraz  $P_{2:1}$  (0,08–0,13)

<sup>4</sup>MTP — metoda wielocechowa, z ang. *Multiple-Trait Procedure*

Tabela 4: Współczynniki korelacji genetycznej i fenotypowej między wytrzymałością laktacji zdefiniowaną jako  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$ ,  $P_d$ , w trzech pierwszych laktacjach (na podstawie [H3]).

Numer laktacji	$P_{2:1}^*$ – $P_{3:1}^\dagger$	$P_{2:1}^*$ – $P_d^\diamond$	$P_{3:1}^\dagger$ – $P_d^\diamond$
<i>Współczynniki korelacji genetycznej</i>			
1	0,91	0,77	0,96
2	0,89	0,81	0,99
3	0,80	0,66	0,98
<i>Współczynniki korelacji fenotypowej</i>			
1	0,90	0,43	0,73
2	0,78	0,56	0,95
3	0,89	0,42	0,75

\*  $P_{2:1}$  – stosunek wydajności mleka w drugich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

†  $P_{3:1}$  – stosunek wydajności mleka w trzecich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

◇  $P_d$  – stosunek wydajności mleka w 280 dniu doju do wydajności w 60 dniu doju [%]

charakteryzowały się niewielką zmiennością w trzech pierwszych laktacjach. Wszystkie trzy porównywane definicje wytrzymałości laktacji były nisko odziedziczalne i praktycznie nieskorelowane z 305-dniową wydajnością mleka, więc każda z tych miar może zostać wykorzystana w programie hodowlanym. Z praktycznego punktu widzenia, miara  $P_d$  jako najprostsza do wyznaczenia jest rekomendowana do użycia.

Tabela 5: Współczynniki korelacji genetycznej i fenotypowej między 305-dniową wydajnością mleka i wytrzymałością laktacji zdefiniowaną jako  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$ ,  $P_d$ , w trzech pierwszych laktacjach (na podstawie [H3]).

Numer laktacji	$P_{2:1}^*$	$P_{3:1}^\dagger$	$P_d^\diamond$
<i>Współczynniki korelacji genetycznej</i>			
1	0,30	–0,05	–0,28
2	–0,06	–0,44	–0,55
3	0,38	–0,13	–0,30
<i>Współczynniki korelacji fenotypowej</i>			
1	0,08	0,11	0,14
2	0,13	0,17	0,15
3	0,08	0,12	0,15

\*  $P_{2:1}$  – stosunek wydajności mleka w drugich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

†  $P_{3:1}$  – stosunek wydajności mleka w trzecich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

◇  $P_d$  – stosunek wydajności mleka w 280 dniu doju do wydajności w 60 dniu doju [%]

Ze względu na niską odziedziczalność oszacowaną dla porównywanych miar wytrzymałości

laktacji oraz niskie wartości współczynników korelacji między wytrzymałością laktacji  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$  oraz  $P_d$  i 305-dniową wydajnością mleka, postanowiono zbadać czy wymienione miary są skorelowane z cechami typu i budowy. Celem pracy [H5] było określenie genetycznej zależności między wytrzymałością laktacji i cechami pokroju krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Analizie poddano 22 cechy pokroju oraz trzy miary wytrzymałości 18 216 krów-pierwiastek. Miary wytrzymałości zdefiniowano analogicznie jak w pracy [H3], przy czym krzywe laktacji modelowano przy użyciu wielomianów Legendre'a stopnia czwartego stosując metodę MTP [L26]. Do szacowania komponentów (ko)wariancji zastosowano wielocelową metodę REML. W modelu liniowym dla wytrzymałości laktacji uwzględniono stały efekt stado-rok-sezon ocielenia (1 223 poziomów), stały efekt klasy wieku ocielenia (5 poziomów) oraz losowy efekt zwierzęcia (35 631 zwierząt). Model liniowy dla cech pokroju zawierał stałe efekty: klasyfikator-stado-rok-sezon ocielenia (1 238 poziomów), klasa wieku ocielenia (5 poziomów), faza laktacji (11 poziomów) oraz losowy efekt zwierzęcia (35 631 zwierząt).

Tabela 6 zawiera współczynniki korelacji genetycznej między wytrzymałością  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$  i  $P_d$  oraz cechami pokroju. Wysokość w krzyżu oraz cechy opisowe (z wyjątkiem typu i budowy) były średnio lub wysoko skorelowane z każdą ze zdefiniowanych miar wytrzymałości laktacji. Współczynniki korelacji genetycznej między wytrzymałością laktacji i cechami: nogi i racice oraz wymię były dodatnie, natomiast korelacje między wytrzymałością zdefiniowaną jako  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$  i  $P_d$  oraz wysokością w krzyżu i kalibrem były ujemne. Cechy oceniane liniowo, za wyjątkiem trzech: zawieszenia tylnego wymienia, szerokości wymienia oraz racic były słabo skorelowane z wytrzymałością laktacji (wartości bezwzględne od 0,01 do 0,17). W przypadku tych trzech wymienionych cech stwierdzono stosunkowo wysokie, dodatnie korelacje genetyczne z wytrzymałością laktacji (0,19–0,40). Uzyskane wyniki wskazują, że zwiększenie wag dla cech opisowych takich jak kaliber, nogi i racice, wymię w indeksie selekcyjnym oraz selekcja mająca na celu poprawę zawieszenia tylnego wymienia i racic może spowodować poprawę wytrzymałości laktacji krów.

Funkcje matematyczne nadają się do modelowania krzywych laktacji o różnym przebiegu, tzn. standardowym i nietypowym. Typową krzywą laktacji charakteryzuje wzrost ilości produkowanego mleka po wycieleniu, aż do osiągnięcia szczytowej wydajności dziennej między 30 a 50 dniem doju, a następnie wydajność ta stopniowo maleje, aż do zaniku sekrecji mleka. Nietypowa krzywa laktacji charakteryzuje się ciągłym spadkiem ilości produkowanego mleka, bez wyraźnego szczytu laktacji, tzn. zaczyna się od maksymalnej wydajności zaraz po wycieleniu, a następnie sukcesywnie spada [L27]. Wytrzymałość laktacji to parametr bezpośrednio związany z kształtem krzywej laktacji, dlatego też w pracy [H4] postanowiono sprawdzić częstość występowania typowych i nietypowych krzywych laktacji oraz przeanalizować związek między kształtem krzywej laktacji i parametrami charakteryzującymi wydajność mleczną w populacji krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Analizie poddano próbne udoje z trzech pierwszych laktacji 1 359 040 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej, wycielonych między 1995 i 2008 rokiem. Do modelowania krzywych laktacji użyto funkcji Wilminka [L24] oraz metodę MTP [L26]. Wybór funkcji Wilminka jako modelu krzywej laktacji był związany z możliwością biologicznej interpretacji każdego z trzech parametrów tej funkcji. Pierwszy parametr jest związany z poziomem produkcji mlecznej, kolejny parametr odpowiada za tempo spadku wydajności po wystąpieniu szczytowej wydajności dziennej, natomiast ostatni parametr związany jest z poziomem produkcji mlecznej na początku laktacji i odpowiada za tempo wzrostu wydajności mlecznej przed wystąpieniem szczytowej wydajności dziennej [L24]. Wybrana przez nas funkcja nadaje się do modelowa-

Tabela 6: Współczynniki korelacji genetycznej między wytrzymałością laktacji zdefiniowaną jako  $P_{2:1}$ ,  $P_{3:1}$ ,  $P_d$  i cechami pokroju krów-pierwiastek rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej (na podstawie [H5]).

Lp.	Cechy pokroju	$P_{2:1}^*$	$P_{3:1}^\dagger$	$P_d^\diamond$
<i>Cechy opisowe</i>				
1	Kaliber	-0,64	-0,63	-0,52
2	Typ i budowa	-0,14	-0,13	-0,02
3	Nogi i racice	0,58	0,59	0,61
4	Wymię	0,75	0,76	0,80
5	Budowa ogólna	0,50	0,51	0,58
6	Wysokość w krzyżu	-0,76	-0,75	-0,64
<i>Cechy liniowe</i>				
7	Zawieszenie przednie wymienia	0,04	-0,03	-0,03
8	Zawieszenie tylne wymienia	0,27	0,38	0,40
9	Więzadło środkowe wymienia	-0,17	-0,12	-0,02
10	Położenie wymienia	0,08	0,05	0,02
11	Szerokość wymienia	0,19	0,31	0,35
12	Ustawienie strzyków	-0,05	0,02	0,05
13	Długość strzyków	-0,03	0,08	0,12
14	Ustawienie strzyków - tył	-0,14	-0,12	-0,10
15	Głębokość tułowia	-0,17	-0,07	-0,01
16	Szerokość klatki piersiowej	-0,11	-0,01	-0,01
17	Ustawienie zadu	-0,05	0,05	0,01
18	Szerokość zadu	-0,06	0,05	0,03
19	Postawa nóg tylnych – widok z boku	0,16	0,16	0,12
20	Racice	0,22	0,23	0,21
21	Postawa nóg tylnych – widok z tyłu	0,11	0,02	0,02
22	Charakter mleczny	-0,09	-0,01	0,05

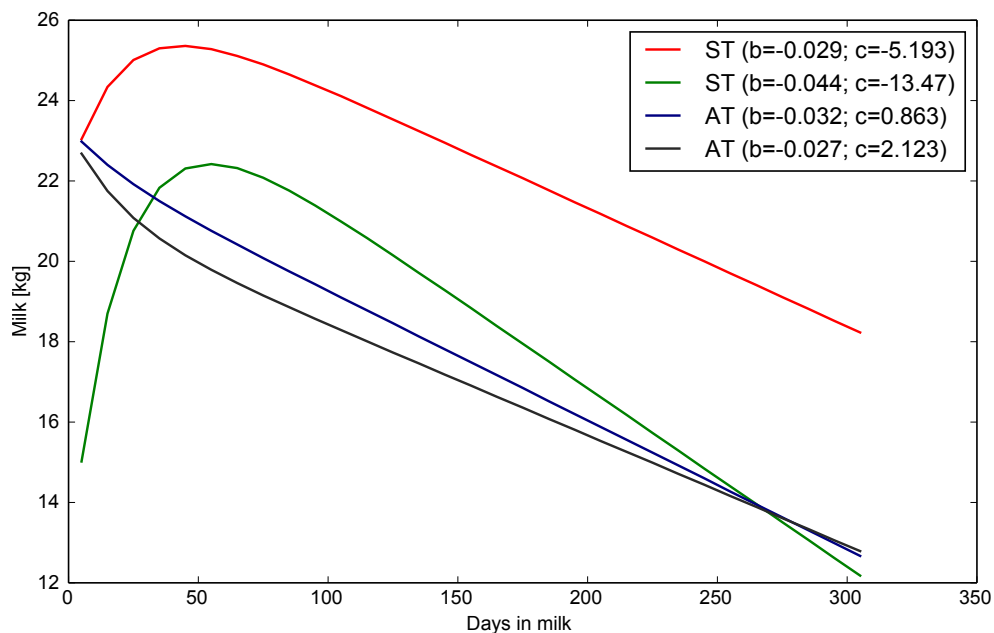
\*  $P_{2:1}$  – stosunek wydajności mleka w drugich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

†  $P_{3:1}$  – stosunek wydajności mleka w trzecich stu dniach laktacji do wydajności uzyskanej w pierwszych stu dniach laktacji [%]

◇  $P_d$  – stosunek wydajności mleka w 280 dniu doju do wydajności w 60 dniu doju [%]

nia krzywych laktacji o typowym i nietypowym przebiegu. Występowanie typowych i nietypowych krzywych laktacji zależy od znaku oszacowanych parametrów funkcji Wilminka. Standardowa krzywa laktacji występuje gdy parametr odpowiadający za tempo spadku wydajności po szczycie oraz parametr związany z poziomem produkcji mlecznej na początku laktacji przyjmują wartości ujemne. Funkcja Wilminka modeluje nietypową krzywą laktacji gdy parametr opisujący tempo spadku wydajności po wystąpieniu szczytowej wydajności dziennej przyjmuje wartość ujemną natomiast parametr związany z poziomem produkcji mlecznej na początku laktacji – wartość dodatnią [L27]. Przykładowy przebieg standardowych i nietypowych krzywych laktacji krów-pierwiastek przedstawiono na Rysunku 1.

Stwierdzono, że liczba nietypowych krzywych laktacji zwiększa się w kolejnych laktacjach krów badanej rasy (od 37% w pierwszej do 49% w trzeciej laktacji). W przypadku stan-



Rysunek 1: Przykłady standardowych (ST) i nietypowych (AT) krzywych laktacji krów-pierwiastek. Krzywe modelowano funkcją Wilminka:  $y = a + b \cdot t + c \cdot e^{-0,05 \cdot t}$  [H4].

dardowych krzywych laktacji szczytowa wydajność mleka występowała około 38 dnia doju pierwszej laktacji, a w kolejnych laktacjach około 30 dnia doju. Dzielne szczytowe wydajności mleka krów o standardowym oraz nietypowym przebiegu laktacji przyjmowały zbliżone wartości. Zaobserwowano, że nietypowe krzywe laktacji charakteryzują się nieznacznie lepszą wytrzymałością laktacji ( $P_d = 68,54\%$  w pierwszej,  $P_d = 59,17\%$  w drugiej oraz  $P_d = 56,86\%$  w trzeciej laktacji) niż standardowe krzywe laktacji ( $P_d = 64,50\%$  w pierwszej,  $P_d = 53,52\%$  w drugiej oraz  $P_d = 51,42\%$  w trzeciej laktacji).

Przeprowadzona analiza pokazała, że rejestracja dziennej wydajności mleka powinna rozpoczynać się możliwie wcześnie. Dłuższy odstęp między ocieleniem i pierwszym próbnym dojem powoduje częstsze modelowanie krzywych laktacji o nietypowym przebiegu. Czynnikiem wpływającym na częstość występowania nietypowych krzywych laktacji jest również sezon ocielenia oraz numer laktacji. Wpływ sezonu na kształt krzywych laktacji, tzn. występowanie nietypowych krzywych laktacji był wyraźny w przypadku krów cielących się między kwietniem a wrześniem, u których zarejestrowano tylko jeden próbny udój.

Poza znajomością składu chemicznego mleka, ważna jest również znajomość jego jakości. Wymagania dotyczące jakości mleka przeznaczonego do wytwarzania produktów mlecznych zostały określone w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 sierpnia 2004 roku [L28]. Temperatura zamrażania mleka stosowana jest w zakładach mleczarskich do kontroli jakości mleka oraz stopnia jego rozwodnienia. W ocenie rozwodnienia mleka potrzebna jest znajomość naturalnej temperatury zamrażania mleka bez dodatku wody [L29]. Celem pracy [H6] było oszacowanie wpływu kolejnej laktacji, miesiąca wykonania próbnego udoju, fazy laktacji oraz wielkości stada na temperaturę zamrażania mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej. Dane obejmowały 4 719 787 próbnego doju z pierwszych



siedmiu laktacji 752 770 krów. Analizie poddano MFP<sup>5</sup>, dzienną wydajność mleka oraz zawartość tłuszczu i białka w mleku. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [L28] temperatura zamrażania mleka surowego nie powinna przekraczać wartości  $-0,52^{\circ}\text{C}$ . Średnia MFP ( $-0,533^{\circ}\text{C}$ ) nie przekraczała wartości granicznej. Dodatkowo w ponad 92% wszystkich próbnym udojów MFP nie przekraczała  $-0,52^{\circ}\text{C}$ . Stwierdzono, że temperatura zamrażania mleka, dzienna wydajność mleka oraz zawartość tłuszczu i białka w mleku wysoce istotnie zależą od kolejnej laktacji, miesiąca wykonania próbnego udoju, fazy laktacji oraz klasy wielkości stada. Najniższą MFP stwierdzono w próbkach pobranych między styczniem a marcem, a najwyższą w próbkach pochodzących z końca roku (październik – grudzień). Temperatura zamrażania mleka wzrasta z kolejną laktacją. Średnia MFP maleje w trakcie trwania laktacji, z wyłączeniem pierwszej fazy laktacji (5–35 dzień doju). Mleko krów z małych obór (do 9 krów) charakteryzowało się wyższą temperaturą zamrażania mleka niż mleko krów pochodzących z dużych obór (powyżej 150 krów).

## Podsumowanie

Najpopularniejszą rasą krów mlecznych w Polsce jest rasa polska holsztyńsko-fryzyjska. Ważnym etapem pracy hodowlanej, której celem jest osiągnięcie jak największego postępu genetycznego jest selekcja najlepszych zwierząt na rodziców następnego pokolenia. W przypadku bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej selekcja prowadzona jest w oparciu o indeks selekcyjny PF<sup>6</sup>. Prace nad doskonaleniem tego indeksu poprzez włączanie coraz to nowych grup cech prowadzone są od lat.

W pracach będących podstawą cyklu habilitacyjnego, podjęto próbę wyboru nowych cech, których włączenie do indeksu selekcyjnego umożliwiłoby prowadzenie efektywniejszej selekcji. Ze względu na związek między wyglądem zewnętrznym zwierząt i cechami produkcyjnymi oraz funkcjonalnymi sprawdzono jakie cechy oceniane u młodych buhajów oraz u krów warto byłoby włączyć do indeksu selekcyjnego. Okazało się, że cechy pokroju krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej można doskonalić poprzez włączenie do oceny jako źródła informacji następujących cech pokroju młodych buhajów: kaliber, ustawienie zadu oraz cechy budowy nóg. Ze względu na korzystny związek między wytrzymałością laktacji oraz cechami produkcyjnymi sprawdzono, która z miar wytrzymałości laktacji najlepiej opisuje tę cechę i nadawałaby się do włączenia do rutynowej oceny. Równocześnie sprawdzono związek genetyczny między wytrzymałością laktacji i wybranymi cechami pokroju. Wytrzymałość laktacji zdefiniowaną jako  $P_d$ <sup>7</sup> rekomendowano do użycia w programie hodowlanym jako cechę doskonałą. Miara ta ( $P_d$ ) dobrze charakteryzuje wytrzymałość laktacji, również w przypadku krzywych laktacji o nietypowym przebiegu. Dodatkowo stwierdzono, że selekcja w kierunku poprawy zawieszenia tylnego wymienia oraz racic może spowodować poprawę wytrzymałości laktacji mierzonej jako  $P_d$ . Przeprowadzone badania pokazują również, że zwiększenie w indeksie selekcyjnym wag dla następujących cech opisowych: kaliber, nogi i racice, wymię może korzystnie wpłynąć na wytrzymałość laktacji.

Prowadząc selekcję uwzględniającą cechy produkcyjne, poza znajomością składu chemicznego mleka, ważna jest również znajomość jego jakości. Wiedza na temat wielkości wpływu różnych czynników środowiskowych na temperaturę zamrażania mleka, pozyski-

<sup>5</sup>MFP — temperatura zamrażania mleka, z ang. *Milk Freezing Point*

<sup>6</sup>PF — Produkcja i Funkcjonalność

<sup>7</sup> $P_d$  — stosunek wydajności mleka w 280 dniu doju do wydajności w 60 dniu doju [%]

wanego od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej jest niezbędna przy ustalaniu zakresu wahań tego wskaźnika dopuszczalnych dla mleka surowego. Okazało się, że średnia temperatura zamrażania mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej nie przekraczała wartości wynoszącej  $-0,52^{\circ}\text{C}$ , czyli wartości granicznej określonej w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 sierpnia 2004 roku.

Ze względu na intensywną hodowlę krów oraz zmiany programów hodowlanych dla rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej bardzo ważna jest rejestracja cech mierzonych u zwierząt omawianej rasy, w tym cech pokroju oraz cech związanych z użytkowością mleczną. Wykonane do tej pory badania oraz ich kontynuacja umożliwiają prowadzenie zrównoważonej i efektywnej selekcji uwzględniającej zmiany populacji krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej.

## Literatura

- [L1] F. Miglior, B. Muir i B. Van Doormaal. „Selection indices in Holstein cattle of various countries”. W: *Journal of Dairy Science* 88 (2005), s. 1255–1263.
- [L2] M. Dekkers, L. Jairath i B. Lawrence. „Relationships between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters”. W: *Journal of Dairy Science* 77 (1994), s. 844–854.
- [L3] T.H.E. Meuwissen i M.E. Goddard. „Optimization of progeny tests with prior information on young bulls”. W: *Livestock Production Science* 52 (1997), s. 57–68.
- [L4] J.E. Pryce i H.D. Daetwyler. „Designing dairy cattle breeding schemes under genomic selection: a review of international research”. W: *Animal Production Science* 52 (2012), s. 107–114.
- [L5] D. Boelling, P. Madsen i J. Jensen. „Genetic parameters of foot and leg traits in future AI bulls: I. Influence of age at recording and classifier”. W: *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 51 (2001), s. 114–121.
- [L6] F. Reinhardt, W. Ruten i S. Rensing. „Genetic evaluation for feet traits collected from young German Holstein bulls”. W: *Interbull Bulletin* 33 (2005), s. 167–170.
- [L7] Misztal I. „Reliable computing in estimation of variance components”. W: *Journal of Animal Breeding and Genetics* 125 (2008), s. 363–370.
- [L8] J. Sölkner i W. Fuchs. „A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields”. W: *Livestock Production Science* 16 (1987), s. 305–319.
- [L9] H. H. Swalve. „Genetic relationships between testday milk production and persistency in dairy cattle performance records”. W: *Proceedings of the fifth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph* 18 (1994), s. 467–470.
- [L10] H. H. Swalve i N. Gengler. „Genetics of lactation persistency”. W: *British Society of Animal Science. Occasional Publication* 24 (1999), s. 75–82.
- [L11] T. Strabel, W. Kopacki i T. Szwaczkowski. „Genetic evaluation of persistency in random regression test day model”. W: *Interbull Bulletin* 27 (2001), s. 189–192.

- [L12] J. B. Cole i D. J. Null. „Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle”. W: *Journal of Dairy Science* 92 (2009), s. 2248–2258.
- [L13] B.L. Muir, J. Fatehi i L.R. Schaeffer. „Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation Canadian Holsteins”. W: *Journal of Dairy Science* 87 (2004), s. 3029–3037.
- [L14] Canadian Dairy Network. „Genetic selection for persistency”. W: <https://www.cdn.ca/document.php?id=28> (2004).
- [L15] Canadian Dairy Network. „Lifetime Profit Index (LPI) Formula – April 2014”. W: [https://www.cdn.ca/images/uploaded/file/Lifetime%20Profit%20Index%20-%20April%202014%20\(1\).pdf](https://www.cdn.ca/images/uploaded/file/Lifetime%20Profit%20Index%20-%20April%202014%20(1).pdf) (2014).
- [L16] R. Bar-Anan i M. Ron. „Genetic correlations among progeny groups for type traits, milk yield, yield persistency, and culling rates”. W: *Journal of Dairy Science* 66 (1983), s. 2438–2440.
- [L17] S. Brody, C. W. Turner i A. C. Ragsdale. „The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition”. W: *The Journal of General Physiology* 6 (1924), s. 541–545.
- [L18] C. M. B. Dematawewa, R. E. Pearson i P. M. VanRaden. „Modeling extended lactations of Holsteins”. W: *Journal of Dairy Science* 90 (2007), s. 3924–3936.
- [L19] D. Val-Arreola, E. Kebreab, J. Dijkstra i J. France. „Study of the lactation curve in dairy cattle on farms in central Mexico”. W: *Journal of Dairy Science* 87 (2004), s. 3789–3799.
- [L20] P. D. P. Wood. „Algebraic model of the lactation curve in cattle”. W: *Nature* 216 (1967), s. 164–165.
- [L21] P. D. P. Wood. „Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation”. W: *Animal Production* 22 (1976), s. 35–40.
- [L22] P. D. P. Wood. „Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle”. W: *Animal Production* 11 (1969), s. 307–316.
- [L23] T. E. Ali i L. R. Schaeffer. „Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows”. W: *Canadian Journal of Animal Science* 67 (1987), s. 637–644.
- [L24] J. B. M. Wilmink. „Comparison of different methods of predicting 305-day milk yield using means calculated from within-herd lactation curves”. W: *Livestock Production Science* 17 (1987), s. 1–17.
- [L25] M. Kirkpatrick, D. Lofsvold i M. Bulmer. „Analysis of inheritance, selection and evolution of growth trajectories”. W: *Genetics* 124 (1990), s. 979–993.
- [L26] L. R. Schaeffer i J. Jamrozik. „Multiple-trait prediction of lactation yields for dairy cows”. W: *Journal of Dairy Science* 79 (1996), s. 2044–2055.
- [L27] N. P. P. Macciotta, D. Vicario i A. Cappio-Borlino. „Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models”. W: *Journal of Dairy Science* 88 (2005), s. 1178–1191.

- [L28] Ministr Rolnictwa i Rozwoju Wsi. „Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 sierpnia 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych dla mleka oraz produktów mlecznych”. W: *Dziennik Ustaw Nr 188, poz. 1946, rozdział 12* (2004).
- [L29] B. A. Slaghuis. „The freezing point of authentic and original farm bulk tank milk in The Netherlands”. W: *International Dairy Journal* 11 (2001), s. 121–126.

## 5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BA- DAWCZYCH

### 5.1 Przed uzyskaniem stopnia doktora

Po studiach rozpoczęłam pracę w Katedrze Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt w zespole badawczym kierowanym przez prof. dr. hab. Andrzeja Żarneckiego, zajmującym się zagadnieniami związanymi z metodami oceny wartości hodowlanej bydła oraz szacowaniem parametrów genetycznych. Od początku mojej pracy aktywnie włączyłam się w badania dotyczące wymienionych zagadnień. Zmiany kolejnych oszacowań wartości hodowlanej tych samych buhajów stanowią powód do niepokoju dla hodowców, szczególnie wówczas gdy po pierwszej ocenie, kolejne oceny wartości hodowlanej tego samego buhaja są gorsze, dlatego podjęte zostały badania mające na celu zbadanie trendu jakiemu podlegają średnio oceny wartości hodowlanej buhajów czarno-białych. Wyniki tych badań opublikowano w pracy [PB1]. Podjęte wówczas badania dotyczyły również porównania wartości hodowlanej buhajów pochodzących z embriotransferu i sztucznego unasieniania [PB3] oraz rozpowszechniania się allelu BLAD<sup>8</sup> u bydła [PB4]. Wyniki pozostałych badań prowadzonych na początku mojej pracy badawczej dotyczyły selekcji buhajów hodowlanych [PB2], analizy wpływu regionu oraz wielkości stada na ocenę fenotypową i genetyczną krów mlecznych [PB5] oraz oceny genetycznej wytrzymałości laktacji [PB6].

Kolejne badania, w jakich brałam udział jako wykonawca prowadzone były w ramach grantu KBN nr 2 P06D 038 27 (pt.: „Czynniki genetyczne i środowiskowe wpływające na cechy reprodukcyjne u bydła”). Badania te dotyczyły analizy cech reprodukcyjnych u bydła, tzn. analizy przebiegu ocieleni oraz śmiertelności okołoporodowej cieląt. Trudne ocielenia powodują u krów wiele zaburzeń zdrowotnych, m.in. związanych z rozrodem. W konsekwencji obserwuje się wzrost kosztów utrzymania, obniżenie wydajności oraz skrócenie życia produkcyjnego zwierząt. Przebieg ocielenia ma duży wpływ na śmiertelność cieląt. Trudny poród jest główną przyczyną występowania okołoporodowej śmiertelności cieląt przed, w trakcie lub 24 godziny po porodzie. Zachodzi wysoka korelacja między przebiegiem porodu i okołoporodową śmiertelnością cieląt. Wyniki badań, w których brałam udział dotyczące częstości występowania trudnych ocieleni oraz ciąży bliźniaczych w polskiej populacji krów czarno-białych zostały opublikowane w dwóch pracach [PB7, PB8].

W tym czasie uczestniczyłam również w badaniach, które dotyczyły szacowania parametrów genetycznych przy użyciu różnych metod (metoda największej wiarygodności REML i metody bayesowskie m.in. metoda próbkowania Gibbsa) oraz szacowania wartości hodowlanej zwierząt w oparciu o różne modele liniowe, z zastosowaniem kilku metod (BLUP<sup>9</sup> S-MGS<sup>10</sup>, BLUP AM<sup>11</sup> w ujęciu jednocechowym lub wielocechowym; model liniowy lub progowy). Ocena wpływu czynników genetycznych i środowiskowych na wartość hodowlaną bydła w zakresie cech reprodukcyjnych stanowiła również przedmiot moich badań. Udział we wszystkich wyżej wymienionych badaniach pozwolił mi na pogłębienie wiedzy i podniesienie kwalifikacji w zakresie metod statystycznych stosowanych w hodowli zwierząt.

Prowadzona przez lata selekcja bydła w kierunku zwiększenia wydajności mlecznej spo-

<sup>8</sup>BLAD — syndrom wrodzonego braku odporności, z ang. *Bovine Leucocyte Adhesion Deficiency*

<sup>9</sup>BLUP — najlepsze liniowe nieobciążone błędem przewidywanie, z ang. *Best Linear Unbiased Prediction*

<sup>10</sup>S-MGS — model ojca-ojca matki, z ang. *Sire-Maternal Grand Sire*

<sup>11</sup>AM — model zwierzęcia, z ang. *Animal Model*

wodowała znaczące pogorszenie wielu cech funkcjonalnych u zwierząt, co wiąże się ze stratami ekonomicznymi dla hodowców. Z tego powodu wiele uwagi poświęca się doskonaleniu cech funkcjonalnych, w tym cech związanych ze zdrowotnością wymienia, m.in. liczbą komórek somatycznych (SCC<sup>12</sup>) w mleku jako ważnego wskaźnika zdrowotności wymienia. W mojej macierzystej Katedrze prowadzono badania dotyczące wpływu wybranych czynników na SCC w mleku, w których brałam udział m.in. jako wykonawca grantu nr N311 011 31/335 pt.: „Czynniki genetyczne i środowiskowe wpływające na liczbę komórek somatycznych w mleku”. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono wysoce istotne różnice zawartości komórek somatycznych w mleku między latami, sezonami wycielenia, klasami wieku wycielenia, klasami wielkości stada jak i klasami poziomu produkcji mleka w stadach, a uzyskane wyniki opisano w dwóch publikacjach [PB9, PB10], a także zaprezentowano w formie kilku doniesień konferencyjnych [OB1, OB2, OB3, OB4, OB5]. W tym okresie uczestniczyłam również w pracach, które dotyczyły szacowania parametrów genetycznych i oceny genetycznej wybranych cech pokroju i zawartości komórek somatycznych w mleku, a rezultatem tych badań było ukazanie się publikacji [PB11, PB12]. Celem pracy [PB11] było określenie genetycznej zależności między dzienną zawartością komórek somatycznych w mleku i wybranymi cechami pokroju krów-pierwiastek rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Najwyższe wartości współczynników korelacji genetycznej obliczono między dzienną zawartością komórek somatycznych w mleku i dwoma cechami opisowymi: budową wymienia (-0,28) oraz budową nóg i racic (-0,37). Dzienna zawartość komórek somatycznych w mleku jest najwyżej genetycznie skorelowana z dwoma cechami ocenianymi liniowo: postawą nóg tylnych – widok z tyłu (0,25) oraz więzadłem środkowym wymienia (-0,19). W pracy [PB12] badano genetyczną zależność między laktacyjną zawartością komórek somatycznych w mleku a cechami pokroju związanymi z budową wymienia krów-pierwiastek. Wyznaczono średnie współczynniki korelacji genetycznej między laktacyjną zawartością komórek somatycznych w mleku a położeniem wymienia (-0,17) oraz szerokością wymienia (0,20). W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono m.in. że płytsze i węższe wymiona są związane z mniejszą liczbą komórek somatycznych w mleku.

Ważne miejsce w mojej pracy naukowej zajmowały i zajmują badania związane z modelowaniem krzywych laktacji przy pomocy różnych funkcji matematycznych (m.in. funkcji Wilminka, funkcji Ali i Schaeffera oraz wielomianów Legendre'a). Na podstawie dopasowanego do danych z próbnymi udojów równania krzywej laktacji można przewidywać dzienną wydajność krowy, jak również obliczyć wydajność krowy za 305-dni lub pełną laktację. Istotną zaletą tej metody jest większa dokładność szacowania wydajności laktacyjnej w porównaniu z metodą Fleischmanna, która do tej pory jest stosowana w Polsce jako metoda rutynowa. Równanie krzywej laktacji umożliwia także obliczenie wydajności szczytowej, wyznaczenie dnia, w którym krowa osiąga maksymalną wydajność oraz określenie wytrwałości laktacji. Wytrwałość laktacji jest to zdolność krów do utrzymania stosunkowo wysokiej wydajności po osiągnięciu szczytu laktacji. Wytrwałość jest parametrem ważnym dla hodowców bydła mlecznego, jednak trudnym do wyrażenia jedną wartością liczbową. Zwieńczeniem moich badań prowadzonych w tym zakresie była praca doktorska pt. „*Matematyczne modelowanie krzywych laktacji u bydła rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarnobiałej*”, wykonana pod opieką pani dr hab. Ewy Ptak, którą recenzowali: prof. dr hab. Piotr Brzozowski oraz prof. dr hab. Bolesław Żuk. Celem pracy było porównanie pięciu wybranych funkcji matematycznych służących do modelowania krzywych laktacji. Badano przydatność

---

<sup>12</sup>SCC — liczba komórek somatycznych, z ang. *Somatic Cell Count*

tych funkcji do szacowania wydajności 305-dniowej i wytrwałości laktacji jako charakterystyk ważnych z praktycznego punktu widzenia. Najlepszy z porównywanych modeli mógłby zastąpić metodę stosowaną rutynowo do szacowania wydajności 305-dniowych w Polsce. W pracy stwierdzono, że krzywe laktacji najlepiej modelowała funkcja Ali i Schaeffera oraz wielomiany Legendre'a stopnia czwartego, nieco gorzej nadawałyby się do tego celu wielomiany Legendre'a stopnia trzeciego, a najgorzej 3-parametrowe funkcje Guo i Wilminka. Wydajność tłuszczu i białka w kolejnych dniach laktacji można modelować z podobną dokładnością tymi samymi funkcjami co wydajność mleka. Wielomiany Legendre'a stopnia czwartego zostały zarekomendowane do modelowania 305-dniowych laktacji, a funkcja Ali i Schaeffera do modelowania dłuższych laktacji.

## Udział w konferencjach i sympozjach

- [CB1] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i A. Zarnecki. „Prezentacja ustna: Effects of region and herd size on phenotypic and genetic merit of Black-and-White dairy cows”. W: *Actual problems and innovations in animal husbandry, veterinary medicine and food technologies. Producing of feedstuffs, nourishment, selection and animal breeding*. Lviv, Ukraina, 2004.
- [CB2] A. OTWINOWSKA-MINDUR i A. Zarnecki. „Poster: Prevalence of bovine leucocyte adhesion deficiency (BLAD) in Polish Black-and-White bulls”. W: *XXI Genetic Days – International Scientific Conference*. Wrocław, 2004.
- [CB3] M. GIERDZIEWICZ, E. Ptak i A. Otwinowska-Mindur. „Poster: Wpływ wielkości i poziomu produkcji stada na zawartość komórek somatycznych w mleku krów rasy PHF odmiany czarno-białej”. W: *LXXIII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*. Lublin, 2008.
- [CB4] A. OTWINOWSKA-MINDUR, M. Gierdziewicz i E. Ptak. „Poster: Wpływ roku, sezonu i wieku wycielenia na zawartość komórek somatycznych w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej”. W: *LXXIII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*. Lublin, 2008.
- [CB5] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i M. Gierdziewicz. „Poster: Odziedziczalność dziennej zawartości komórek somatycznych i cech wydajności mlecznej w populacji bydła rasy PHF”. W: *International Scientific Conference “Scientific Achievements and the Breeding Practice”*. Kraków, 2009.

## 5.2 Po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych w 2011 roku moje zainteresowania badawcze stanowiły kontynuację wcześniej prowadzonych badań i dotyczyły modelowania przebiegu krzywych laktacji krów przy użyciu różnych funkcji matematycznych. Wyniki rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w postaci dwóch prac oryginalnych, w których porównywano różne funkcje matematyczne do opisu przebiegu laktacji [PP2, PP3]. W wymienionych pracach porównywano dokładność dopasowania do danych z próbnymi udojów pięciu funkcji matematycznych oraz przydatność tych funkcji do szacowania wydajności mleka, tłuszczu i białka za okres 305-dni laktacji. Funkcje matematyczne wykorzystywałam również do mo-

delowania krzywych laktacji w publikacjach prezentowanych w cyklu habilitacyjnym [H3, H4, H5] oraz doniesieniach konferencyjnych [OP4, OP13].

Modelowanie matematyczne cech ważnych z hodowlanego punktu widzenia wykorzystywałam również w badaniach dotyczących zmiany masy jaj oraz przebiegu nieśności w okresie produkcyjnym kur mięsnych. Badania te prowadziłam we współpracy z Zakładem Hodowli Trzody Chlewnej i Drobnej Inwentarza Instytutu Nauk o Zwierzętach Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie i wiązały się one ze znalezieniem odpowiedniego modelu matematycznego opisującego jak zmieniała się masa jaj oraz nieśność kur wraz z wiekiem kur. Z ekonomicznego punktu widzenia, w produkcji jaj wylęgowych ważne jest znalezienie odpowiedniego modelu, który mógłby posłużyć do przewidywania nieśności kur mięsnych. Wybrany przez nas model mógłby posłużyć do optymalizacji strategii hodowlanej w stadach kur mięsnych. W prowadzonych badaniach porównano cztery modele matematyczne, tzn. funkcję Gamma, funkcję Narushin-Takma, model „logistic-curvilinear” oraz „compartmental”, które posłużyły do opisu masy jaj oraz przebiegu nieśności. Uzyskane wyniki wskazały, że obie analizowane cechy najlepiej opisuje model „logistic-curvilinear”. Wyniki przeprowadzonych badań zostały przedstawione w oryginalnej pracy [PP8] oraz zaprezentowane na dwóch konferencjach w formie doniesień [OP23, OP29].

W ramach poszerzenia warsztatu badawczego w roku 2013 odbyłam wyjazd zagraniczny do Padwy na *University of Padova, Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and the Environment*, którego tematyka dotyczyła „*Computer algorithms in Animal Breeding with special focus on Genomic Selection*”. Program wyjazdu obejmował różne podejścia do estymacji komponentów wariancji, wprowadzenie do modeli bayesowskich i GBLUP<sup>13</sup> w tym metody single-step GBLUP.

Dalsze prace, w których uczestniczyłam w macierzystej jednostce dotyczyły szacowania parametrów genetycznych wybranych cech budowy i pokroju bydła holsztyńsko-fryzyjskiego. Ocena budowy i pokroju stanowi ważne narzędzie w pracy hodowlanej, ponieważ dostarcza dodatkowych informacji o zwierzęciu, m.in. o predyspozycjach do większej produkcyjności czy też długowieczności. Celem prowadzonych badań było sprawdzenie czy fenotypowa ocena typu i budowy buhajów mogłaby zostać użyta jako dodatkowa informacja selekcyjna. Badania obejmowały szacowanie parametrów genetycznych wybranych cech pokroju młodych buhajów [H1, OP1]. Następnym etapem prowadzonych badań było sprawdzenie czy podobnie zdefiniowane cechy mierzone u buhajów i krów wykazują pożądaną korelację, a wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane w [H2] i zaprezentowane na międzynarodowej konferencji [OP3].

W Polsce stosowane są trzy metody zbierania danych na temat użytkowości mlecznej krów. Metody te należą do grupy A (A4, AT4, A8). Stosując metodę A4 próbne udoje wykonywane są raz w miesiącu, a pomiar ilości udojonego mleka wykonywany jest w ciągu doby. W metodzie A4 w ciągu roku przeprowadza się od 11 do 13 próbnych udojów. Zasady obowiązujące w metodzie AT4 są zbliżone do zasad w metodzie A4, przy czym w ciągu doby wykonywany jest tylko jeden próbny udój, naprzemiennie, w jednym miesiącu rano, a w kolejnym miesiącu wieczorem. Jako dzienną wydajność mleka przyjmuje się podwojoną ilość mleka uzyskaną podczas próbnego udoju. W metodzie A8 system rejestracji udojonego mleka jest identyczny jak w metodzie A4, przy czym próbne doje wykonywane są rzadziej, tzn. co 8 tygodni. W roku 2012 w ramach współpracy z Polską Federacją Hodowców

---

<sup>13</sup>GBLUP — genomowe najlepsze liniowe nieobciążone błędem przewidywanie, z ang. *Genomic Best Linear Unbiased Prediction*



Bydła i Producentów Mleka prowadziłam badania mające na celu porównanie kilku metod szacowania dobowej wydajności mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej na podstawie udoju porannego lub wieczornego, a wyniki tych badań zostały opublikowane w [PP5] oraz zaprezentowane na konferencji w formie doniesienia [OP5].

Moja współpraca naukowa z Instytutem Zootechniki – Państwowym Instytutem Badawczym w Balicach obejmowała zagadnienia takie jak: szacowanie parametrów genetycznych oraz wartości hodowlanej cech reprodukcyjnych u bydła (przebiegu ocieleni i śmiertelności okołoporodowej cieląt). Obecnie te cechy nie są włączone do systemu rutynowej oceny wartości hodowlanej buhajów i krów. Jedynie fenotypowe częstości poszczególnych kategorii wymienionych cech są obliczane i publikowane przez Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy w Balicach. Badania, w których uczestniczyłam miały na celu włączenie cech reprodukcyjnych do programu krajowej oceny wartości hodowlanej buhajów. Kolejnym etapem moich badań prowadzonych we współpracy z Instytutem Zootechniki – Państwowym Instytutem Badawczym w Balicach było wyznaczenie zależności genetycznych między przebiegiem porodu i śmiertelnością okołoporodową cieląt a wybranymi cechami pokroju krów-pierwiastek. Wyniki badań, które zaprezentowano w formie dwóch doniesień konferencyjnych [OP30, OP31], wskazywały na niewielką zależność między wybranymi cechami pokroju oraz przebiegiem porodu i śmiertelnością okołoporodową cieląt.

Pozostając w kręgu moich zainteresowań dotyczących szacowania parametrów genetycznych uczestniczyłam w badaniach zawartości laktozy oraz mocznika w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Badania te prowadzono w mojej macierzystej Katedrze i obejmowały one szacowanie parametrów genetycznych zawartości laktozy i mocznika w mleku oraz wyznaczanie korelacji genetycznych między zawartością laktozy i mocznika w mleku a wybranymi cechami pokroju krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Wyniki badań zostały opisane w dwóch publikacjach [PP13, PP14]. W pracy [PP14] stwierdzono dodatnią korelację genetyczną między zawartością laktozy w mleku i dzienną wydajnością mleka (0,29–0,34) oraz ujemną korelację genetyczną między zawartością laktozy i białka w mleku w każdej z trzech pierwszych laktacji (od -0,21 do -0,13). W przypadku zawartości mocznika, uzyskano dodatnią korelację genetyczną z dzienną wydajnością mleka (0,19–0,35), natomiast genetyczne skorelowanie zawartości mocznika z zawartością tłuszczu, białka i laktozy było niewielkie. W pracy [PP13] stwierdzono, że cechy pokroju związane z budową wymienia są mocniej genetycznie skorelowane z zawartością laktozy i mocznika w mleku niż cechy opisujące nogi i racice.

W ostatnich latach rozpoczęłam badania nad określeniem wpływu wybranych czynników na temperaturę zamrażania mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Badania te były prowadzone we współpracy z Polską Federacją Hodowców Bydła i Producentów Mleka. Dodatek wody do mleka na skutek rozcieńczenia zmniejsza w nim udział tłuszczu, suchej masy, suchej masy beztłuszczowej oraz masę właściwą. W ocenie rozwodnienia mleka potrzebna jest znajomość naturalnej temperatury zamrażania mleka. Znajomość temperatury zamrażania stanowi ważny wskaźnik jakości mleka, który jest używany przez zakłady mleczarskie do kontroli jakości skupowanego mleka, stopnia jego rozwodnienia, a zwłaszcza do kontroli ewentualnego zafałszowania wodą. Wstępne badania dotyczące wpływu metody oceny, wielkości stada, pory roku oraz fazy laktacji na temperaturę zamrażania mleka pochodzącego od krów-pierwiastek zostały przedstawione w pracy licencjackiej pani Agnieszki Grzesiak, pt.: „*Charakterystyka punktu zamrażania mleka wymieniowego w populacji krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej*”, zrealizowanej pod moją opieką. Kolejny

etap badań stanowiło oszacowanie wpływu numeru laktacji, miesiąca wykonania próbnego udoju, fazy laktacji, wielkości stada, dziennej wydajności mleka oraz zawartości składników mleka na temperaturę zamrażania mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Badania dotyczące temperatury zamrażania mleka zaowocowały ukazaniem się dwóch publikacji [H6, PP17] oraz trzech doniesień konferencyjnych [OP17, OP18, OP24]. W pracy [H6] stwierdzono, że miesiąc pobrania próby, kolejna laktacja, faza laktacji oraz wielkość stada wpływają istotnie na temperaturę zamrażania mleka. Wyniki pracy [PP17] wskazują, że temperatura zamrażania mleka malała wraz ze wzrostem dziennej wydajności mleka, zawartości białka, mocznika, laktozy i suchej masy, natomiast temperatura zamrażania mleka nieznacznie podwyższała się gdy rosła zawartość tłuszczu oraz liczba komórek somatycznych w mleku. Stwierdzono wysoce istotny wpływ wszystkich badanych czynników na temperaturę zamrażania mleka. Ostatnie badania dotyczące temperatury zamrażania mleka polegały na sprawdzeniu czy zawartość kwasu  $\beta$ -hydroksymasłowego oraz acetonu w mleku wpływa na temperaturę zamrażania mleka. Wstępne wyniki tych badań zostały zaprezentowane w formie doniesień konferencyjnych [OP25, OP32]. Stwierdzono, że zawartość kwasu  $\beta$ -hydroksymasłowego oraz acetonu w mleku wpływa istotnie na temperaturę zamrażania mleka, i co wydaje się ważne temperatura zamrażania mleka maleje wraz ze wzrostem zawartości kwasu  $\beta$ -hydroksymasłowego w mleku. Te ostatnie wyniki są w trakcie opracowania w ramach przygotowania kolejnej publikacji.

W 2014 roku rozpoczęłam współpracę z zespołem badawczym prof. dr. hab. inż. Józefa Bieńka, kierownika mojej macierzystej Katedry. Zespół ten zajmuje się zagadnieniami związanymi z mięsnym użytkowaniem królików różnych ras. Badania, w które się włączyłam dotyczyły wpływu rasy i płci na cechy reprodukcyjne królic oraz przebieg wzrostu, cechy ubojowe oraz jakość mięsa brojlerów króliczych. Dodatkowo badania miały na celu poznanie zależności między polimorfizmami w obrębie genu leptyny (LEP) a cechami przyżyciowymi, użytkowości rzeźnej i jakości mięsa oraz zbadanie wpływu polimorfizmów w obrębie genu FABP4 na jakość mięsa króliczego. Efekty naszej wspólnej pracy zostały opublikowane w pięciu publikacjach [PP6, PP11, PP12, PP15, PP16] oraz zaprezentowane na wielu konferencjach jako doniesienia konferencyjne [OP7, OP8, OP9, OP10, OP11, OP12, OP20, OP21, OP22, OP26, OP28].

Wiedzę z zakresu matematyki i statystyki matematycznej wykorzystuję nie tylko w swojej pracy naukowej, ale również konsultując metodologię prac oraz wykonując obliczenia pracownikom i magistrantom Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Efektem współpracy z innymi jednostkami naukowymi macierzystego Wydziału są publikacje [PP4, PP7, PP9, PP10, PP18] oraz doniesienia prezentowane na krajowych i zagranicznych konferencjach [OP14, OP15, OP16, OP27].

Podsumowując, moje zainteresowania naukowe obejmują głównie zagadnienia związane z metodami szacowania parametrów genetycznych oraz oceny wartości hodowlanej bydła. W trakcie pracy w Katedrze Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie prowadziłam badania, które można ująć w następujące grupy tematyczne: (i) szacowanie wartości hodowlanej przy użyciu metody BLUP, (ii) szacowanie parametrów genetycznych z wykorzystaniem różnych metod, (iii) modelowanie przebiegu krzywych laktacji krów z zastosowaniem różnych funkcji matematycznych, (iv) wykorzystanie modeli krzywych laktacji do przewidywania m.in. 305-dniowej wydajności mlecznej krów oraz wytrwałości laktacji, oraz (v) analiza składu chemicznego mleka oraz parametrów określających jego jakość (zawartości komórek somatycznych w mleku oraz

temperatury zamarzania mleka).

## Udział w konferencjach i sympozjach

- [CP1] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i A. Zarnecki. „Poster: Genetic parameters of conformation traits of young Polish Holstein-Friesian bulls”. W: *63rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Bratislava, Slovakia, 2012.
- [CP2] A. SATOŁA, E. Ptak, **A. Otwinowska-Mindur** i J. Bieniek. „Poster: Genetic trends in production and functional traits of Polish Holstein-Friesians”. W: *XXV International Genetic Days*. Wrocław, 2012.
- [CP3] A. OTWINOWSKA-MINDUR i E. Ptak. „Poster: Genetic analysis of lactation persistency in the Polish Holstein-Friesian cows”. W: *International Conference “New trends of research in animal sciences”*. Kraków, 2013.
- [CP4] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i K. Słoniewski. „Poster: Szacowanie dobowej wydajności mleka na podstawie porannych lub wieczornych udojów”. W: *LXXVIII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego „Produkcja zwierzęca w warunkach zrównoważonego rolnictwa”*. Kraków, 2013.
- [CP5] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak, W. Jagusiak i A. Żarnecki. „Prezentacja ustna: Parametry genetyczne cech pokroju młodych buhajków rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej”. W: *Zjazd Katedr Jednoimiennych Genetyki*. Poznań, 2014.
- [CP6] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak, W. Jagusiak i A. Żarnecki. „Prezentacja ustna: Parametry genetyczne cech pokroju młodych buhajków rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej”. W: *Seminarium Naukowe Aktualne kierunki rozwoju metod hodowlanych w Polsce*. Kraków, 2014.
- [CP7] Ł. MIGDAŁ, O. Derewicka, W. Migdał, D. Maj, T. Ząbek, S. Pałka, **A. Otwinowska-Mindur**, K. Koziół, M. Kmiecik, A. Migdał i J. Bieniek. „Poster: Association of polymorphism c.145 A>G in rabbit LEP gene with meat colour of crossbreed rabbits”. W: *66th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Warszawa, 2015.
- [CP8] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i W. Jagusiak. „Poster: Genetic analysis of lactation persistency and conformation traits in Polish Holstein-Friesian cows”. W: *66th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Warszawa, 2015.
- [CP9] M. KUCHTA-GŁADYSZ, K. Andraszek, P. Niedbała, **A. Otwinowska-Mindur**, A. Grzesiakowska i O. Szeleszczuk. „Poster: Analysis of the structure of sperm chromatin breeding foxes”. W: *International Conference on Biotechnology and Welfare in Animal Science with a session on “7 Poultry Days”*. Kraków, 2016.
- [CP10] A. OTWINOWSKA-MINDUR i E. Ptak. „Poster: Factors affecting the freezing point of milk of Polish Holstein-Friesian cows”. W: *67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Belfast, United Kingdom, 2016.

- [CP11] A. OTWINOWSKA-MINDUR i E. Ptak. „Poster: The freezing point of milk of Polish Holstein-Friesian cows”. W: *International Conference on Biotechnology and Welfare in Animal Science with a session on "7 Poultry Days"*. Kraków, 2016.
- [CP12] A. OTWINOWSKA-MINDUR, M. Gumułka i J. Kania-Gierdziewicz. „Poster: Mathematical models for egg production in broiler breeder hens”. W: *International Conference Biotechnology and Welfare in Animal Sciences in conjunction with the Session "Perspectives for cattle breeding and production"*. Kraków, 2017.
- [CP13] A. OTWINOWSKA-MINDUR i E. Ptak. „Poster: Factors affecting freezing point of milk of Polish Holstein-Friesian cows”. W: *International Conference Biotechnology and Welfare in Animal Sciences in conjunction with the Session "Perspectives for cattle breeding and production", Poland*. Kraków, 2017.
- [CP14] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i A. Zarnecki. „Poster: Effect of ketone bodies on milk freezing point of Polish Holstein-Friesian cows”. W: *68th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Tallinn, Estonia, 2017.
- [CP15] M. GUMUŁKA, A. Kupiec i A. Otwinowska-Mindur. „Poster: Ethogram of geese behavior in a competitive and harem mating structure”. W: *International Conference Biotechnology and Welfare in Animal Science*. Kraków, 2018.
- [CP16] A. OTWINOWSKA-MINDUR, E. Ptak i Z.M. Kowalski. „Poster: Relationship between ketone bodies content in milk, milk freezing point, daily milk yield and milk composition of Polish Holstein-Friesian cows”. W: *International Conference Biotechnology and Welfare in Animal Science*. Kraków, 2018.

### 5.3 Indeksy dotyczące wszystkich opublikowanych prac

Punkty MNiSW obliczone były zgodnie z wykazami opublikowanymi na stronach www MNiSW<sup>14</sup> licząc od roku 2013, a reszta wg archiwalnych wykazów niedostępnych obecnie na stronach www MNiSW. W przypadku najnowszych publikacji punkty MNiSW przeniesiono z najnowszej dostępnej oceny. Zgodnie z rozporządzeniem MNiSW nie było konieczne ponowne ich wyznaczenie w roku 2017.

Dla publikacji, które ukazały się przed 2018 rokiem *Impact Factor* jest zgodny z rokiem opublikowania. Ze względu na brak dostępnych informacji dla roku 2018, *Impact Factor* w tym przypadku został przeniesiony z roku 2017.

**Suma punktów MNiSW:** 507 (487)<sup>15</sup>.

**Suma *Impact Factor* zgodna z rokiem opublikowania:** 15,618 (14,926).

**Suma *Impact Factor* pięcioletni:** 19,887 (17,969).

Dodatkowe indeksy wg bazy *Web of Science* (WoS) z dnia 10-01-2019 (Rysunek 2).

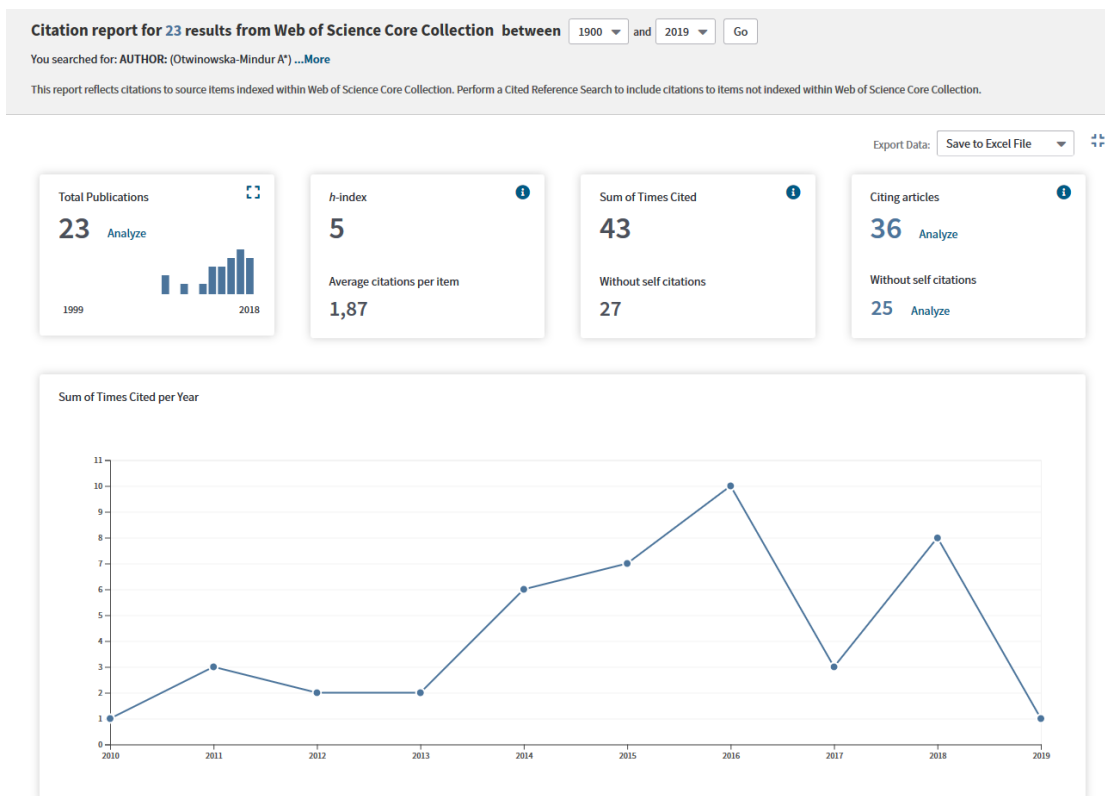
**Całkowita liczba publikacji:** 23.

**Indeks Hirscha:** 5.

**Liczba cytowań:** 43 (bez auto-cytowań: 27).

<sup>14</sup>strona www: [www.gov.pl/web/nauka/ujednolicony-wykaz-czasopism-naukowych](http://www.gov.pl/web/nauka/ujednolicony-wykaz-czasopism-naukowych)

<sup>15</sup>w nawiasach podano indeksy dla prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora



Rysunek 2: Indeksy dotyczące wszystkich opublikowanych prac wg *Web of Science* (z dnia 10-01-2019).

#### 5.4 Recenzowanie publikacji naukowych

Wykonałam pięć recenzji oryginalnych prac po jednej w następujących czasopismach naukowych:

- (a) *Annals of Agricultural Science*,
- (b) *Annals of Animal Science*,
- (c) *Journal of Applied Animal Research*,
- (d) *Journal of Dairy Science*,
- (e) *New Zealand Journal of Agricultural Research*.

#### 5.5 Udział w grantach jako wykonawca

- (a) Grant KBN nr 2 P06D 038 27 realizowany w latach 2004–2007 „Czynniki genetyczne i środowiskowe wpływające na cechy reprodukcyjne u bydła”,
- (b) Grant nr N31101131/3353 realizowany w latach 2007–2009 „Czynniki genetyczne i środowiskowe wpływające na liczbę komórek somatycznych w mleku”.

*A. Otwinowska - Mindur*