

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY WYDAJNOŚCIĄ MLECZNĄ A PODSTAWOWYMI MIARAMI PŁODNOŚCI KRÓW RASY POLSKIEJ HOLSZTYŃSKO-FRYZYJSKIEJ W MAŁOPOLSCE

Agnieszka Otwinowska-Mindur¹, Andrzej Żarnecki²

¹Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Katedra Genetyki, Hodowli i Etologii Zwierząt, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

²Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Hodowli Bydła, 32-083 Balice k. Krakowa

E-mail: agnieszka.otwinowska@urk.edu.pl



Agnieszka Otwinowska-Mindur: 0000-0002-4518-0821

Andrzej Żarnecki: 0000-0003-4036-9665

Źródło finansowania: Praca została zrealizowana przy wsparciu finansowym Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (środki na działalność statutową, SUB.215-D201).

Abstrakt

Celem badań była analiza wybranych miar płodności krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej utrzymywanych w gospodarstwach w Małopolsce przy zróżnicowanych 305-dniowych wydajnościach mleka. Dane dotyczyły 5980 krów pochodzących ze 167 obór. Analizowano przestój poporodowy (PP), okres międzyciążowy (OMC) oraz okres międzywycieleniowy (OMW). W zależności od 305-dniowej wydajności mleka krowy podzielono na cztery klasy wydajności: 1) do 8000 kg, 2) od 8001 do 10 000 kg 3) od 10 001 do 12 000 kg oraz 4) ponad 12 000 kg. Wpływ laktacji oraz klasy wydajności mleka na PP, OMC oraz OMW zbadano za pomocą nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa. Długość PP różniła się wysoce istotnie między pierwszym i trzecim wycieleniem ($P \leq 0,01$). Dodatkowo stwierdzono wysoce istotny związek ($P \leq 0,01$) klasy 305-dniowej wydajności mleka z długością PP, OMC oraz OMW krów. Wzrastającej 305-dniowej wydajności mleka towarzyszyło wydłużenie długości OMC jak i OMW oraz skrócenie długości PP, co może świadczyć o obniżeniu sprawności rozrodu krów.

Słowa kluczowe: bydło holsztyńsko-fryzyjskie, wydajność mleka, miary płodności

Wstęp

Do początku XXI wieku program selekcji genetycznej bydła mlecznego w większości krajów prowadzony był głównie pod kątem produkcji mleka, często kosztem cech funkcjonalnych, takich jak cechy płodności, cechy związane z przebiegiem wycieleń, długość użytkowania krów w stadzie czy też szybkość oddawania mleka. Na początku tego wieku doskonalenie populacji bydła ukierunkowano na bardziej zrównoważony cel hodowlany, w którym coraz większe znaczenie zaczęły odgrywać cechy funkcjonalne. Jednocześnie niekorzystnym skutkiem wielolet-

niego doskonalenia bydła mlecznego głównie w kierunku poprawy wydajności mlecznej są coraz częściej występujące zaburzenia rozrodu. Pomimo stosowanych na szeroką skalę metod sterowania cyklem rujowym, indukcji owulacji oraz ustalonego w czasie unasienniania dochodzi do pogorszenia płodności (Crowe i in., 2018). Ze względu na to, że płodność samic jest jednym z głównych czynników wpływających na opłacalność produkcji mleka, pogarszanie płodności wiąże się ze stratami ekonomicznymi (Jaśkowski i in., 2006; Bogucki i in., 2007).

Interwałowe miary płodności, takie jak przestój poporodowy, okres międzyciążowy, czy też okres międzywycieleniowy, są powszechnie stosowane w hodowli, m.in. ze względu na dostępność danych do ich wyznaczenia – daty ocielenia, zacielenia czy też inseminacji są rejestrowane w krajowych programach hodowlanych. Równocześnie miary płodności charakteryzują się niską odziedziczalnością, w związku z czym istotny wpływ na ich zmienność mają czynniki środowiskowe, m.in. żywienie, wiek w dniu pierwszego wycielenia, kolejne wycielenie czy też kondycja zwierząt (Bogucki i in., 2007; Crowe i in., 2018; Nowak i in., 2024).

Wysoka wydajność mleczna jest związana z dużymi wymaganiami energetycznymi, które mogą prowadzić do zaburzeń metabolicznych i hormonalnych, wpływających na płodność krów. Ujemny bilans energetyczny, błędy żywieniowe, stres fizjologiczny, zmiany w poziomach hormonów, długie okresy międzywycieleniowe oraz zaburzenia kondycji ciała to główne czynniki, które mogą obniżać zdolności rozrodcze krów mlecznych (Lucy, 2001; Jaśkowski i in., 2006; Crowe i in., 2018). Wraz ze wzrostem wydajności mleka następuje wydłużenie odstepu międzywycieleniowego, odstepu międzyciążowego, spoczynku rozrodczego, okresu usługi przy równoczesnym wzroście indeksu inseminacji (Januś i Borkowska, 2006; Bogucki i in., 2007; Sawa i Bogucki, 2011; Djedović i in., 2012). Wzrastająca wydajność mleka wiąże się między innymi ze wzrostem występowania chorób metabolicznych takich jak ketoza czy też kwasica, nasileniem problemów związanych z reprodukcją, a w konsekwencji wiąże się ze skróceniem okresu użytkowania (Januś i Borkowska, 2006; Bogucki i in., 2007).

Celem pracy była analiza przestoju poporodowego, okresu międzyciążowego oraz okresu międzywycieleniowego krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej utrzymywanych w gospodarstwach w regionie Małopolski przy zróżnicowanych 305-dniowych wydajnościach mleka.

Material i metody

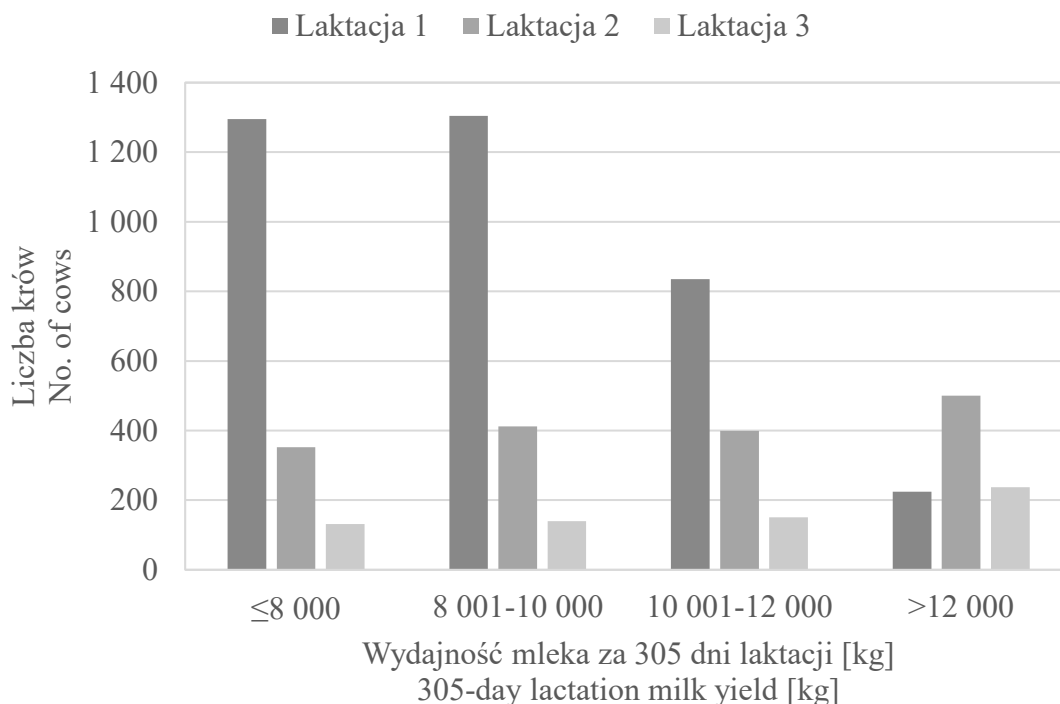
Dane do badań pochodziły z bazy FedInfo, zostały udostępnione przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka i dotyczyły 5980 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej pochodzących ze 167 obór. Krowy urodziły się w latach od 2010 do 2020 roku, natomiast cielili się w latach od 2011 do 2022 roku. Zbiór danych obejmował 3658 krów cielących się po raz pierwszy, 1663 krowy cielące się po raz drugi oraz 659 krów, które cielili się po raz trzeci.

Analizowano:

1. Przestój poporodowy (PP), czyli liczbę dni między wycieleniem i pierwszym zabiegiem kolejnej inseminacji (ang. CFI – calving to first insemination).
2. Okres międzyciążowy (OMC), czyli liczbę dni od wycielenia do kolejnego zacielenia (ang. DO – days open, i.e. calving to conception interval).
3. Okres międzywycieleniowy (OMW), czyli liczbę dni między kolejnymi wycieleniami (ang. CI – calving interval).

PP, OMC oraz OMW zdefiniowano po pierwszym, drugim oraz trzecim wycieleniu. W zależności od 305-dniowej wydajności mleka krowy podzielono na cztery klasy wydajności mleka. Pierwszą grupę stanowiły krowy produkujące do 8000 kg mleka, drugą i trzecią krowy o wydajności odpowiednio od 8001 kg do 10 000 kg oraz od 10 001 kg do 12 000 kg mleka. Do czwartej grupy zaliczono krowy produkujące w ciągu 305 dni laktacji ponad 12 000 kg

mleka. Pełne laktacje krów trwały od 280 do 1101 dni. Liczbę krów przypisanych do danej klasy wydajności mleka w kolejnych laktacjach przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1. Liczebność krów według klasy 305-dniowej wydajności mleka i numeru laktacji
Figure 1. Number of cows by 305-day milk yield class and lactation number

Analizę przeprowadzono przy użyciu programu napisanego w języku Python (Van Rossum i Drake, 2009) z wykorzystaniem bibliotek NumPy (Harris i in., 2020), SciPy (Virtanen i in., 2020), Scikit-learn (Pedregosa i in., 2011) oraz Pandas (McKinney, 2010). Normalność rozkładów badanych cech (PP, OMC i OMW) sprawdzono za pomocą testu Kołmogorowa-Smirnowa, a następnie oceniono istotność różnic między średnimi miarami płodności w zależności od laktacji i klasy wydajności mleka. Ze względu na to, że miary płodności nie posiadały rozkładu normalnego, wpływ kolejnego wycielenia oraz klasy wydajności mleka na PP, OMC oraz OMW zbadano za pomocą nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa. Do porównań wielokrotnych zastosowano test Dunna.

Wyniki

Tabela 1 przedstawia charakterystykę przestoju poporodowego, okresu międzyciążowego oraz okresu międzywycieleniowego po pierwszym, drugim i trzecim wycieleniu krów. Średnia długość przestoju poporodowego malała wraz z kolejnym wycieleniem. Długość PP wynosiła od 20 do 617 dni po pierwszym wycieleniu, od 18 do 487 dni po drugim wycieleniu oraz od 23 do 443 dni po trzecim wycieleniu. Dodatkowo średnia długość PP różniła się wysoce istotnie między pierwszym i trzecim wycieleniem ($P \leq 0,01$). Średnia długość okresu międzyciążowego wynosiła około 149 dni zarówno po pierwszym, drugim, jak i trzecim wycieleniu i nie różniła się istotnie ($P > 0,05$) między kolejnymi wycieleniami. Długość OMC wynosiła od 31 do ponad 1020 dni po pierwszym wycieleniu oraz od 30 do około 640 dni po kolejnych wycieleniach. Średni okres międzywycieleniowy wynosił około 428 dni i nie różnił się istotnie ($P > 0,05$) między kolejnymi wycieleniami. OMW wynosił od 306 do 1314 dni po pierwszym wycieleniu, od

306 do 922 dni po drugim wycieleniu oraz od 324 do 853 dni po trzecim wycieleniu krów w Małopolsce.

Tabela 1. Wpływ kolejnego wycielenia na wybrane wskaźniki płodności krów
Table 1. Effect of calving number on female fertility traits

Numer wycielenia Calving no.	Liczba krów No. of cows	PP ¹⁾		OMC ²⁾		OMW ³⁾	
		Średnia Mean	SD ⁴⁾	Średnia Mean	SD ⁴⁾	Średnia Mean	SD ⁴⁾
I	3 658	89,75 ^A	49,74	150,79 ^A	91,21	430,01 ^A	91,97
II	1 663	86,56 ^{AB}	45,89	148,47 ^A	82,87	427,31 ^A	82,97
III	659	85,44 ^B	50,00	149,55 ^A	88,03	428,19 ^A	88,27
p ⁵⁾		4,19·10 ⁻³		9,06·10 ⁻¹		9,06·10 ⁻¹	

¹⁾ PP – przestój poporodowy [dni]/calving to first insemination interval [days]

²⁾ OMC – okres międzyciążowy [dni]/days open, i.e. calving to conception interval [days]

³⁾ OMW – okres międzywycieleniowy [dni]/calving interval [days]

⁴⁾ SD – odchylenie standardowe/standard deviation

⁵⁾ P – prawdopodobieństwo testowe/p-value

^{A, B} – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się wysoce istotnie ($P \leq 0,01$)/means in columns marked with different letters are highly significantly different ($P \leq 0,01$)

Wzrastającej 305-dniowej wydajności mleka towarzyszyło skracanie się przestoju poporodowego oraz wydłużanie się zarówno okresów międzyciążowych, jak i międzywycieleniowych (tab. 2). Stwierdzono wysoce istotny związek ($P \leq 0,01$) klasy laktacyjnej wydajności mleka z długością PP, OMC oraz OMW krów. Średni PP był na ogół krótszy u krów bardziej wydajnych i zmieniał się od około 100 dni u krów produkujących mniej niż 8000 kg mleka do około 73 dni w przypadku krów o wydajności ponad 12 000 kg mleka. Długość PP różniła się wysoce istotnie między czterema zdefiniowanymi klasami wydajności mleka. Średnia długość OMC ulegała wydłużeniu wraz z ze wzrostem 305-dniowej wydajności mleka od około 147 do 163 dni. Długość OMW w kolejnych klasach laktacyjnej wydajności mleka zwiększała się od 424 dni w grupie krów produkujących od 10 001 do 12 000 kg mleka do 440 dni u krów produkujących ponad 12 000 kg. Dodatkowo, średnia długość OMC i OMW w grupie krów produkujących ponad 12 000 kg mleka różniła się istotnie od długości OMC i OMW krów produkujących mniej niż 12 000 kg mleka.

Tabela 2. Wpływ 305-dniowej wydajności mlecznej na wybrane wskaźniki płodności krów
Table 2. Effect of 305-day milk yield on female fertility traits

Wydajność mleka [kg] Milk yield [kg]	Liczba krów No. of cows	PP ¹⁾		OMC ²⁾		OMW ³⁾	
		Średnia Mean	SD ⁴⁾	Średnia Mean	SD ⁴⁾	Średnia Mean	SD ⁴⁾
≤8000	1778	99,37 ^A	54,24	146,90 ^A	90,78	427,67 ^A	91,35
8 001–10 000	1856	92,24 ^B	49,74	148,73 ^A	85,84	427,77 ^A	86,77
10 001–12 000	1385	79,52 ^C	41,99	146,75 ^A	85,20	424,55 ^A	85,68
>12 000	961	73,39 ^D	38,00	162,95 ^B	93,47	440,61 ^B	93,51
p ⁵⁾		1,43·10 ⁻⁶⁹		4,93·10 ⁻⁷		1,85·10 ⁻⁵	

¹⁾ PP – przestój poporodowy [dni]/calving to first insemination interval [days]

²⁾ OMC – okres międzyciążowy [dni]/days open i.e. calving to conception interval [days]

³⁾ OMW – okres międzywycieleniowy [dni]/calving interval [days]

⁴⁾ SD – odchylenie standardowe/standard deviation

⁵⁾ P – prawdopodobieństwo testowe/p-value

^{A, B, C, D} – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się wysoce istotnie ($P \leq 0,01$)/means in columns marked with different letters are highly significantly different ($P \leq 0,01$)

Omówienie wyników

Średnia długość przestoju poporodowego wyznaczonego w niniejszym badaniu jest zgodna z wynikami uzyskanymi przez innych autorów (Borkowska i in., 2012; Toledo-Alvarado i in., 2017; Otwinowska-Mindur i in., 2022). Borkowska i in. (2012) odnotowali, że długość PP wyniosła 85 dni po pierwszym wycieleniu oraz 90 dni po trzecim i kolejnych wycieleniach. W badaniach przeprowadzonych przez Toledo-Alvarado i in. (2017) średnia długość przestoju poporodowego u krów rasy holsztyńskiej wynosiła około 93 dni. Z kolei Otwinowska-Mindur i in. (2022) określili średnią długość PP na około 89 dni, przy czym badanie to obejmowało wyłącznie krowy po pierwszym wycieleniu.

Średnie długości OMC (około 150 dni) i OMW (około 430 dni) wyznaczone w niniejszym badaniu po pierwszym, drugim i trzecim wycieleniu nie różniły się istotnie (tab. 1), co wskazuje na względną stabilność wymienionych wskaźników płodności w kolejnych laktacjach. Borkowska i in. (2012) odnotowali najkrótszy OMC po pierwszym wycieleniu, wynoszący 162 dni, a najdłuższy OMC po trzecim i kolejnych wycieleniach, który osiągał od 176 do 181 dni. Krótszy okres międzyciążowy odnotowali w swoich badaniach Toledo-Alvarado i in. (2017) oraz Otwinowska-Mindur i in. (2022), uzyskując wartości wynoszące odpowiednio 135 i 121 dni. Borkowska i in. (2012) oraz Piwczyński i in. (2020) wyznaczyli średnią długość OMW zbliżoną do wartości uzyskanej w niniejszym badaniu. Najkrótszy OMW Borkowska i in. (2012) odnotowali po pierwszym wycieleniu i wynosił on 420 dni, natomiast po drugim i kolejnych wycieleniach okres ten przekraczał 430 dni. W badaniach Piwczyńskiego i in. (2020) wykazano, że długość okresu międzywycieleniowego wzrastała z 411–417 dni po pierwszym wycieleniu do 423–428 dni po drugim, w zależności od zastosowanego systemu utrzymania krów. Natomiast Remmik i in. (2020) uzyskali nieco krótszą długość OMW (402 dni) niż w niniejszej pracy.

Laktacyjna wydajność mleka wpływała wysoce istotnie na trzy analizowane wskaźniki płodności (PP, OMC oraz OMW). Wraz ze wzrostem wydajności mlecznej obserwowano skrócenie PP, natomiast OMC i OMW ulegały wydłużeniu (tab. 2). Uzyskane wyniki, wskazujące na niekorzystny wpływ wysokiej wydajności mleka na analizowane wskaźniki płodności krów, są zgodne z doniesieniami innych autorów (Januś i Borkowska, 2006; Bogucki i in., 2007; Sawa i Bogucki, 2011; Borkowska i in., 2012; Djedović i in., 2012). Borkowska i in. (2012) wykazali, że długość PP wydłużała się wraz ze wzrostem wydajności mlecznej. Średnia długość PP po pierwszym wycieleniu wynosiła 83 dni u krów, które w ciągu pierwszych 100 dni laktacji produkowały mniej niż 3000 kg mleka, natomiast u krów o wydajności przekraczającej 3600 kg mleka – 97 dni. Zgodnie z wynikami Januś i Borkowskiej (2006) długość OMC wydłużała się wraz ze wzrostem wydajności mlecznej od 111 do 146 dni, przy czym analiza została przeprowadzona z uwzględnieniem klas wydajności opartych na 305-dniowej wydajności mleka skorygowanej do 4% zawartości tłuszczu. Bogucki i in. (2007) odnotowali, że długość okresu międzyciążowego wzrastała wraz z wydajnością mleczną, od 98 dni u krów produkujących mniej niż 6000 kg mleka do 264 dni w grupie krów o wydajności przekraczającej 14 000 kg mleka w pełnej laktacji. Natomiast w badaniach Borkowskiej i in. (2012) OMC zmieniał się od 195 dni u krów, które w ciągu pierwszych 100 dni laktacji wyprodukowały mniej niż 3000 kg mleka, do 188 dni u krów o wydajności przekraczającej 3600 kg, co wskazuje na odwrotną tendencję.

W badaniach Boguckiego i in. (2007) długość okresu międzywycieleniowego wzrastała od 369 dni u krów, które w pełnej laktacji produkowały mniej niż 6000 kg mleka, do 540 dni w grupie krów o wydajności przekraczającej 14 000 kg. Z kolei Sawa i Bogucki (2011) wykazali, że u krów pierwiastek wzrost wydajności mlecznej z poniżej 5000 kg do ponad 8000 kg skutkował wydłużeniem OMW z 378 do 517 dni. Borkowska i in. (2012) określili długość

OMW w zakresie od 419 dni u krów, które w ciągu pierwszych 100 dni laktacji wyprodukowały mniej niż 3000 kg mleka, do 446 dni u krów o wydajności przekraczającej 3600 kg mleka.

Wydłużenie okresu międzyciążeniowego u krów wysokowydajnych może sprzyjać pełniejszemu wykorzystaniu ich potencjału produkcyjnego w trakcie laktacji. Remmik i in. (2020) wykazali, że dłuższy OMW po pierwszym wycieleniu sprzyja wyższej życiowej wydajności mlecznej krów oraz zmniejsza ryzyko ich wczesnego brakowania. Jednak, jak podkreślają Bogucki i in. (2007), wydłużenie laktacji powinno być wynikiem świadomej decyzji hodowcy, a nie skutkiem zaburzeń w rozrodzie. Januś i Borkowska (2006) zauważyły, że wraz ze wzrostem wydajności mlecznej dochodziło do wydłużenia zarówno okresu międzyciążowego, jak i międzyciążeniowego, co może świadczyć o obniżeniu sprawności rozrodczej krów. Amma i in. (2024) stwierdzili, że każdy dodatkowy kilogram mleka skutkował wydłużeniem OMC o 0,0044%, co oznacza, że wzrost wydajności mlecznej o 2000 kg przekładał się na wydłużenie OMC o około 9%. Januś i Borkowska (2006) zwróciły uwagę, że przyczyną obniżenia sprawności rozrodu mogą być trudności związane z pokryciem bardzo wysokiego zapotrzebowania energetycznego krów we wczesnym okresie laktacji. W tym czasie składniki pokarmowe są w większym stopniu kierowane na intensywną produkcję mleka, kosztem procesów związanych z powrotem do cyklicznej aktywności płciowej oraz zapoczątkowaniem nowej ciąży. Djedović i in. (2012) oraz Amma i in. (2024) stwierdzili, że obserwowane niekorzystne korelacje fenotypowe między produkcją mleka a wskaźnikami płodności wskazują, że selekcja krów wyłącznie pod względem wydajności mlecznej w dłuższej perspektywie może negatywnie wpłynąć na zdolności rozrodcze krów. Z badań Toledo-Alvarado i in. (2017) wynika, że płodność krów w znacznym stopniu zależy od ich wydajności mlecznej. Z kolei Piwczyński i in. (2020) wykazali, że krowy dojne przy użyciu robotów udojowych cechowały się wyższą 305-dniową wydajnością mleczną oraz korzystniejszymi wartościami wybranych wskaźników płodności w porównaniu z krowami dojnymi konwencjonalnie. Autorzy zaobserwowali pozytywny trend wskazujący na możliwość równoczesnej poprawy wydajności mleka i płodności, co może być efektem zwiększonego dobrostanu krów wynikającego z robotyzacji procesu doju. Równocześnie Amma i in. (2024) zwrócili uwagę, że pogorszenie wskaźników reprodukcyjnych wraz ze wzrostem wydajności mleka może mieć podłoże środowiskowe, a nie genetyczne. Wnioski te znajdują potwierdzenie w badaniach Nowaka i in. (2024), którzy stwierdzili, że na wybrane wskaźniki płodności, m.in. długość OMC, istotny wpływ mają czynniki środowiskowe, takie jak wiek przy pierwszym wycieleniu czy też rok pierwszego wycielenia.

Podsumowując uzyskane wyniki, należy stwierdzić, że brak istotnych różnic w długości okresu międzyciążowego oraz międzyciążeniowego pomiędzy trzema pierwszymi wycieleniami wskazuje na stabilność wymienionych wskaźników płodności w kolejnych laktacjach krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej. Może to świadczyć o tym, że w warunkach prawidłowego zarządzania stadem wiek i numer ocielenia nie mają istotnego wpływu na podstawowe wskaźniki rozrodcze. Dodatkowo wykazano, że wzrastającej 305-dniowej wydajności mleka towarzyszyło wydłużenie OMC jak i OMW oraz skrócenie długości PP, co może świadczyć o obniżeniu sprawności rozrodu krów. Długoterminowa selekcja krów prowadzona wyłącznie w kierunku wysokiej wydajności mlecznej może negatywnie wpływać na ich płodność i ogólną efektywność rozrodu.

Piśmiennictwo

- Amma Z., Reiczigel J., Fébel H., Solti L. (2024). Relationship between milk yield and reproductive parameters on three Hungarian dairy farms. *Vet. Sci.*, 11: 218; DOI: 10.3390/vetsci11050218
- Bogucki M., Sawa A., Neja W. (2007). Zróżnicowanie wskaźników płodności krów mlecznych w związku ze wzrastającą wydajnością laktacyjną. *Acta Sci. Pol., Zoot.*, 6: 3–10.

- Borkowska D., Piątek D., Januś E., Mucha J. (2012). Fertility indices of cows in a high-yielding herd. *Scientific Annals of Polish Society of Animal Production*, 8: 21–29.
- Crowe M.A., Hostens M., Opsomer G. (2018). Reproductive management in dairy cows – the future. *Ir. Vet. J.*, 71: 1; DOI: 10.1186/s13620-017-0112-y
- Djedović R., Bogdanović V., Trifunović G., Petrović M. D., Petrović M. M., Stanojević D. (2012). The effect of the level of milk yield on the reproduction traits in black and white cows. *Biotechnol. Anim. Husb.*, 28: 487–496; DOI: 10.2298/BAH1203487D
- Harris C.R., Millman K.J., van der Walt S.J., Gommers R., Virtanen P., Cournapeau D., Wieser E., Taylor J., Berg S., Oliphant T.E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585: 357–362; DOI: 10.1038/s41586-020-2649-2
- Januś E., Borkowska D. (2006). Wielkość podstawowych wskaźników płodności krów o różnej wydajności mlecznej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska SECTIO EE: Zootechnica*, 24: 33–37.
- Jaśkowski J.M., Olechnowicz J., Nowak W. (2006). Niektóre przyczyny obniżającej się płodności u krów mlecznych. *Med. Weter.*, 62: 385–389.
- McKinney W. (2010). Data structures for statistical computing in Python. In: *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*, Austin, TX, USA, 28 June–3 July 2010, 445: 56–61; DOI: 10.25080/Majora-92bf1922-00a
- Nowak J., Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Zarnecki A. (2024). Analysis of fertility in Simmental cattle – genetic and environmental effects on female fertility. *J. Anim. Feed Sci.*, 33: 235–242; DOI: 10.22358/jafs/175997/2024
- Otwinowska-Mindur A., Ptak E., Jagusiak W., Zarnecki A. (2022). Estimation of genetic parameters for female fertility traits in the Polish Holstein-Friesian population. *Animals*, 12: 1485; DOI: 10.3390/ani12121485
- Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O., Blondel M., Prettenhofer P., Weiss R., Dubourg V., Vanderplas J., Passos A., Cournapeau D., Brucher M., Perrot M., Duchesnay É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12: 2825–2830.
- Piwczyński D., Brzozowski M., Sitkowska B. (2020). The impact of the installation of an automatic milking system on female fertility traits in Holstein-Friesian cows. *Livest. Sci.*, 240: 104140; DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104140
- Remmik A., Värnik R., Kask K. (2020). Impact of calving interval on milk yield and longevity of primiparous Estonian Holstein cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 65: 365–372; DOI: 10.17221/130/2020-CJAS
- Sawa A., Bogucki M. (2011). Effect of housing system and milk yield on cow fertility. *Arch. Anim. Breed.*, 54: 249–256; DOI: 10.5194/aab-54-249-2011
- Toledo-Alvarado H., Cecchinato A., Bittante G. (2017). Fertility traits of Holstein, Brown Swiss, Simmental, and Alpine Grey cows are differently affected by herd productivity and milk yield of individual cows. *J. Dairy Sci.*, 100: 8220–8231; DOI: 10.3168/jds.2016-12442
- Van Rossum G., Drake F.L. (2009). *Python 3 Reference Manual*; CreateSpace: Scotts Valley, CA, USA.
- Virtanen P., Gommers R., Oliphant T.E., Haberland M., Reddy T., Cournapeau D., Burovski E., Peterson P., Weckesser W., Bright J. (2020). SciPy 1.0. Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nat. Methods*, 17: 261–272; DOI: 10.1038/s41592-019-0686-2

RELATIONSHIP BETWEEN MILK YIELD AND FERTILITY TRAITS IN POLISH HOLSTEIN-FRIESIAN COWS IN THE MAŁOPOLSKA REGION

Agnieszka Otwinowska-Mindur, Andrzej Żarnecki

SUMMARY

The objective of the study was to evaluate the effect of 305-day milk yield on three fertility traits of Polish Holstein-Friesian cows kept on farms in the Małopolska region. The data on 5,980 cows born between 2010 and 2020 in 167 herds were collected. The effects of calving number (1st, 2nd, 3rd) and 305-day milk yield classes ($\leq 8,000$; 8,001–10,000; 10,001–12,000; and $>12,000$ kg) on the following fertility traits: days open (DO), calving to first insemination (CTFI), and calving interval (CI) were analyzed using the nonparametric Kruskal-Wallis test. A highly significant difference ($P \leq 0.01$) in DO was observed between the first and third calving. Additionally, all fertility traits (DO, CTFI, and CI) differed significantly across the 305-day milk yield classes. Higher milk yield was associated with longer CTFI and CI and a shorter DO, suggesting that higher milk production may be associated with a decline in reproductive efficiency.

Keywords: Holstein-Friesian, milk yield, fertility traits