

Zarządzanie zdrowiem i rozrodem krów jako element zarządzania stadem

Jędrzej M. Jaśkowski¹, Marek Gehrke¹, Paulina Kaźmierczak², Jakub Kulus¹, Joanna Bogucka³

z Katedry Diagnostyki i Nauk Klinicznych Instytutu Medycyny Weterynaryjnej Wydziału Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu¹, Studenckiego Koła Bujatrycznego „Res Ruminantiae” Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu² oraz Katedry Nauk Podstawowych i Przedklinicznych Instytutu Medycyny Weterynaryjnej Wydziału Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu³

Podstawą opłacalności hodowli krów jest odpowiednie zarządzanie stadem. Polega ono na kontroli istotnych z punktu widzenia zdrowia krów obszarów, składających się na sukces reprodukcyjny oraz – w konsekwencji – ich wysoką produkcję (1). Znaczącą rolę w tak rozumianym procesie odgrywa lekarz weterynarii, którego aktywność nie sprowadza się wyłącznie do działań interwencyjnych, lecz postępowania prewencyjnego, zapewniającego kontrolę, a dalej – eliminację głównych problemów stada i poprawę jego rentowności. Niżej przedstawiono pewne obszary zarządzania stadem, w których rola lekarza jest bezdyskusyjna.

Nadzór weterynaryjny nad krowami w okresie okołoporodowym

Dobrą płodność u krów mlecznych zapewnia wolny od komplikacji zdrowotnych okres przejściowy, wysoki odsetek krów wcześniej przejawiających ruje oraz wysoki wskaźnik zacieleń. Kluczowym czynnikiem ryzyka, który powoduje zwiększone prawdopodobieństwo występowania chorób metabolicznych, jest ujemny bilans energetyczny (NEB) w okresie okołoporodowym i wczesnym okresie poporodowym. Niski NEB wpływa na zmniejszenie częstości wydzielania LH, szybkość wzrostu i wielkość dominującego pęcherzyka (DF), poziom IGF-1, stężenie glukozy i insuliny oraz zwiększa stężenie hormonu wzrostu (GH) i niektórych metabolitów we krwi. W efekcie dochodzi do większej utraty kondycji ciała (BCS). Kluczowe w tym okresie jest zmniejszenie częstości występowania chorób metabolicznych poprzez uzyskanie wysokiego spożycia suchej masy (DMI) i maksymalne skrócenie okresu NEB po wycieleniu. Z tego powodu zarządzanie żywieniem krów w okresie przejściowym jest zasadniczym elementem oddziaływania na wydajność rozrodczą. Ostre ograniczenie pobierania energii wywiera natychmiastowy niekorzystny wpływ na wzrost pęcherzyków i owulację. Aby uzyskać wysokie wskaźniki płodności, konieczne jest zmniejszenie częstości występowania anoestrus i dobre wskaźniki wykrywalności rui. Na wskaźnik ciąży wywiera wpływ wiele czynników. NEB ogranicza rozmiary pęcherzyków i ciałka żółtego (CL), zmniejszając stężenie insulinopodobnego czynnika wzrostu-1 (IGF-1) i zakłócając steroidogenezę. Tymczasem diety wysokobiałkowe podawane krowom w okresie poporodowym prowadzą do wzrostu poziomu mocznika we krwi i obniżenia

Health and reproduction management in cattle as an important part of herd management

Jaśkowski J.M.¹, Gehrke M.¹, Kaźmierczak P.², Kulus J.¹, Bogucka J.³, Department of Diagnostics and Clinical Sciences, Institute of Veterinary Sciences Nicolaus Copernicus University in Toruń¹, Student's Buiatric Circle „Res Ruminantiae”, Institute of Veterinary Sciences, Nicolaus Copernicus University in Toruń², Department of Basic and Preclinical Sciences, Institute of Veterinary Sciences, Nicolaus Copernicus University in Toruń³

Effective herd management is critical to the profitability of dairy production, with a focus on cow health and reproductive success. Adequate preventive care and veterinary supervision, especially during the periparturient period, play a crucial role in preventing metabolic diseases and maintaining a sufficiently high reproductive rate in the herd. Nutritional management during the transition period also plays an important role in minimizing negative energy balance and improving reproductive performance. It is important to implement management strategies to reduce stress and to increase genetic selection for stress tolerance, as the presence of stressors and systemic inflammation increases the risk of metabolic disorders or reproductive system inflammation. Continuous monitoring with advanced systems facilitates early detection of systemic disorders and rapid medical intervention, contributing to improved cow health. Control of infectious diseases is also vitally important to maintain herd fertility, while early detection of pregnancy and control of mastitis are essential to maximise reproductive performance and herd health. Coordinated efforts between breeders, animal technicians, nutritionists and veterinarians are essential to maintain high levels of cow health and fertility. Here, we present directions of responsible management of dairy cattle herd.

Keywords: management, health, reproduction, cows.

płodności. Chociaż mechanizm ten nie jest do końca wyjaśniony, praktyczne implikacje karmienia paszą o odpowiednim poziomie białka surowego są dobrze znane. Dlatego w celu uzyskania wysokiej wydajności reprodukcyjnej krów mlecznych wymagane jest skoordynowane podejście do zarządzania zdrowiem, w konsekwencji także rozrodem krów, w którym uczestniczą personel nadzorujący produkcję, dietetycy i lekarze weterynarii (2).

Zapalenie ogólnoustrojowe (SI) może odgrywać główną rolę w wielu zaburzeniach metabolicznych i stanowić czynnik ryzyka rozwoju klinicznej postaci zapalenia macicy. Słuszność tej koncepcji potwierdzają badania, w których oceniano wpływ jednego z niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) – meloksykamu – na metabolizm energetyczny, funkcję neutrofilii (PMN) i rozwój zapalenia

błony śluzowej macicy u krów mlecznych po porodzie. Meloksykam, selektywnie hamuje cyklogenazę (COX-2). Enzym ten jest indukowany przez cytokiny, mediatory prozapalne i czynniki wzrostu. Odpowiada m.in. za rozwój procesu zapalnego oraz może uczestniczyć w karcynogenezie. Istnieją jednak nieliczne badania dotyczące stosowania meloksykamu do łagodzenia poporodowych przypadków metritis i leczenia zapalenia błony śluzowej macicy u bydła mlecznego (3). Meloksykam zmniejsza poziom haptoglobiny w surowicy i poprawia wskaźniki metabolizmu energetycznego. Mniejszy poziom kwasu β -hydroksymasłowego i większy IGF-1 wpływa korzystnie na wydajność i przyczynia się do poprawy wskaźnika zacieleń (3).

Zarządzanie żywieniem

Dla uzyskania 365-dniowego okresu międzywycieleniowego okres międzyciążowy nie powinien być dłuższy niż 80 dni. Jednak nadmierna długość przestoju poporodowego nie wydaje się głównym powodem braku satysfakcjonującej płodności, ponieważ u większości krów mlecznych okres ten jest krótszy niż 80 dni. Równie istotny jest okres pomiędzy pierwszym unasienianiem i unasienianiem skutecznym, określane jako okres usługi.

U krów o wysokiej wydajności mlecznej istnieje naturalna tendencja do występowania przejściowego ujemnego bilansu energetycznego. Tymczasem podstawową praktyką żywieniową są próby skrócenia przestoju poporodowego u krów poprzez podaż wysokobiałkowej paszy. Taka praktyka dotyczy także skracania okresu międzyciążowego. Do złych decyzji przy wyborze pasz dla krów w różnych fazach cyklu produkcyjnego mogą także doprowadzić wysokie koszty skarmianych pasz. Z reguły krowy wysokowydajne otrzymują najlepszej jakości pasze, podczas gdy samice zasuszone – pasze o niższej jakości. W tym drugim przypadku, zwłaszcza w sytuacjach podawania pasz o bardzo niskiej jakości, dochodzi po wycieleniu do zaburzeń wznowy cyklu rujowego, a także zwiększenia częstości występowania zaburzeń poporodowych. Nadmiar białka w dawce pokarmowej może doprowadzić do osłabienia apetytu i jego dalszych skutków (brak rui, zaburzenia metaboliczne; 4). Z tego powodu podaż paszy o zwiększonej ilości białka, celem stymulacji wydajności, bez uważnej oceny kondycji ciała, może w efekcie negatywnie wpłynąć na płodność, wydajność i ogólny stan zdrowia krów. Ponadto dla właściwej kondycji ważne jest, by zmniejszyć częstotliwość występowania problemów zdrowotnych. Sugeruje się, że spadek zawartości suchej masy o 1% zwiększa prawdopodobieństwo zaburzeń poporodowych o 4% (5). Zmiany masy ciała przed wycieleniem, jak i po porodzie, a także kondycja krów podczas wycielenia, mają istotny wpływ na długość przestoju poporodowego. Przez pierwsze 4–6 tygodni po wycieleniu pobieranie paszy przez krowy nie zwiększa się tak szybko jak produkcja mleka. W efekcie dochodzi do mobilizacji tłuszczu z rezerw organizmu. W ciągu dwóch miesięcy po wycieleniu

stopień utraty kondycji w istotnym stopniu zależy od równowagi między pobieraniem składników odżywczych a genetycznie uwarunkowaną produkcją mleka. Do pewnej równowagi pomiędzy mobilizacją rezerw energetycznych z tkanek a sekrecją mleka u odpowiednio żywionej krowy dochodzi dopiero ok. 60 dnia po wycieleniu. W tym czasie kondycja krów ulega stopniowej poprawie (6).

Możliwie szybkie osiągnięcie tej równowagi jest o tyle istotne, że wiąże się z szybszym wznowieniem cyklicznej aktywności jajników po porodzie. Jej wystąpienie pozwala na skrócenie przestoju poporodowego i okresu międzywycieleniowego. Podobnie krowy wysokowydajne z niskim BCS 5 tygodni po wycieleniu pierwszą kliniczną ruję zwykle wykazują później. Od krów z niskim BCS pozyskiwano mniej prawidłowych, dobrych jakościowo oocytów niż od krów z wyższym BCS, podczas gdy liczba pęcherzyków jest wyższa u krów z BCS w przedziale od 3 do 5. Stwierdzono, że więcej krów o umiarkowanej lub słabej kondycji podczas porodu wykazywało ruję w ciągu 60 dni po porodzie, jeśli krowy zwiększały masę ciała przed wycieleniem w porównaniu do tych, które ją przed wycieleniem straciły. Wysoki odsetek krów w słabej kondycji, które chude przed wycieleniem, nie wykazuje rui po wycieleniu, chyba że wyraźnie przybierały na wadze po wycieleniu. Na długość okresu poporodowego (PPI) ma wpływ szereg czynników, w tym numer laktacji, rasa, wysoka wydajność mleczna, czynniki środowiskowe oraz status hormonalny. Wiele z nich ulega wzajemnym interakcjom (7).

Równie istotna wydaje się kontrola żywienia w innych okresach reprodukcyjnych. W tym wypadku cenne są gotowe programy analizujące żywienie i sugerujące optymalne rozwiązania celem zmniejszenia ryzyka występowania ewentualnych zaburzeń zdrowia i płodności.

Stres

Stres – wywołujący określone napięcie nerwowe – istotnie wpływa na produkcję i płodność bydła. Podatność krów narażonych na takie samo nasilenie stresu jest różna i zależy od cech osobniczych. Typowe przypadki stresu, na który narażone są krowy, obejmują stres środowiskowy, stres wywołany chorobą, stres produkcyjny, żywieniowy i psychiczny. Wpływ stresu na układ rozrodczy zależy od temperatury ciała (stres cieplny), metabolitów przemiany energii i hormonów metabolicznych (stres produkcyjny i żywieniowy), funkcji osi podwzgórze-przysadka-gonady (HPG) i/lub aktywacji osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej (HPA). Reakcja krów w odpowiedzi na stres ma wpływ na stan macicy po wycieleniu, jakość oocytów, funkcję jajników i zdolność rozwojową płodu. Krowy w mniejszym stopniu narażone na stres cechują się lepszą płodnością. Wydaje się więc, że celem zarządzania stadem w najbliższej przyszłości oraz ukierunkowanej selekcji genetycznej krów będzie zmniejszenie stresu produkcyjnego i genetyczna selekcja bydła pod kątem oporności na stres (6).

Monitorowanie czynności życiowych zwierząt

Jednym z systemów monitorowania niektórych czynności życiowych jest samozasilające urządzenie do monitorowania temperatury ciała zwierzęcia i innych parametrów życiowych. Urządzenie może być zamontowane w uchu zwierzęcia, pod skórą lub w dowolnym miejscu, które może być użyte do wygenerowania wiarygodnego wskazania temperatury ciała zwierząt i innych objawów życiowych. Zasilanie urządzenia zapewnia miniaturowy układ ogniw słonecznych, przy czym energia z ogniw słonecznych jest wykorzystywana do napędzania obwodów cyfrowych, które przetwarzają sygnały z różnych sond używanych do gromadzenia danych dotyczących parametrów życiowych zwierzęcia. Rozmiar tablicy dobiera się proporcjonalnie do liczby monitorowanych parametrów życiowych, ilości światła słonecznego, gęstości stada i innych czynników branych pod uwagę w celu zapewnienia wystarczającej mocy urządzenia (Vital signs monitoring system for animals T Hixson – US Patent 7, 196, 628, 2007 – Google Patents).

Temperatura, pH, ciśnienie i przewodność treści żwacza

Elektroniczne czujniki wewnętrzzwaczowe i telemetria oferują nowe możliwości zdalnego monitorowania środowiska żwacza. Czujniki takie zdolne są do pomiaru pH, temperatury i ciśnienia. Temperatura w żwaczu wzrastała również w czasie rui, mierzona jest za pomocą czujnika opartego na elektronicznym bulusie radiotelemetrycznym wewnątrz żwacza (8).

Przeprowadzono jednoczesne pomiary przewodności elektrycznej i temperatury wewnątrz żwacza w czasie rzeczywistym za pomocą multimodalnego zestawu czujników. System bezprzewodowy z powodzeniem odbierał sygnały w sposób ciągły i umożliwił pomiar parametrów w żwaczu w czasie rzeczywistym (9). Elektroniczne czujniki wewnętrzzwaczowe i telemetria oferują nowe możliwości zdalnego monitorowania środowiska żwacza. Czujniki zdolne do pomiaru pH, temperatury i ciśnienia zostały poddane ocenie laboratoryjnej i wewnętrzzwaczowej u krów z przetoką żwacza. Uzyskane wyniki wykazują wyraźny związek pH z dietą i okresami karmienia, podczas gdy zapisy zmian temperatury wskazują na czas pobierania wody. Zmiany ciśnienia są trudniejsze do interpretacji, ale mogą wskazywać na uczucie sytości. Urządzenia te zapewniają nieprzerwane monitorowanie parametrów żwacza i mogłyby być przydatne do badań nad manipulacjami w zakresie żywienia i trawienia oraz monitorowania zdrowia zwierząt (10).

Kontrola chorób zakaźnych

Lekarze weterynarii zarządzający rozrodem w stadach krów mlecznych powinni regularnie oceniać stan zdrowia stada w odniesieniu do patogenów, które zagrażają płodności. Patogeny, które często wywołują jedynie łagodne bezobjawowe choroby, takie jak *Neospora caninum*, *Listeria monocytogenes*, wirus

choroby niebieskiego języka (BTV) i wirus biegunki bydła (BVDV), mogą powodować zaburzenia rozrodu, gdy przenoszone są pionowo z matki na potomstwo (11, 12). Opisano, że herpeswirusu typu 4 bydła wykazuje powinowactwo do komórek endometrium. Z tego powodu powinien być kontrolowany w tych stadach, w których notuje się wysoką częstość występowania stanów zapalnych macicy, szczególnie tam gdzie wykluczono inne czynniki infekcyjne powodujące zaburzenia w rozrodzie. Wykrywanie tych chorób jest możliwe w oparciu o sieć komercyjnych laboratoriów diagnostycznych. Pewną rolę w wykrywaniu przyczyn tych zaburzeń odgrywają proste i dokładne testy diagnostyczne z możliwością wykorzystania w warunkach terenowych.

Oprócz monitorowania chorób zakaźnych i przestrzegania zasad bezpieczeństwa biologicznego niekiedy może być konieczne włączenie odpowiednich protokołów szczepień – w celu zapobieżenia ryzyku wprowadzania nowych patogenów do stada i ich dalszemu rozprzestrzenianiu (11). Szereg badań wskazuje na korzystny wpływ szczepień ochronnych na rozród krów (13, 14). W jednym z nich oceniano skutki szczepienia przeciwko herpeswirusowi bydła-1 (BoHV-1), wirusowi wirusowej biegunki bydła (BVDV) i *Leptospira* spp. u krów w różnym okresie przed i po zastosowaniu protokołu AI w ustalonym czasie lub z wcześniejszymi szczepieniami przeciwko tym chorobom. Wykazano w nich, że straty ciąży uległy zmniejszeniu, jeśli szczepienie przeprowadzono na początku sztucznego zapłodnienia o ustalonym czasie (Fixed Time Artificial Insemination – FTAI) – FTAI (d-11) i 30 dni po sztucznej inseminacji (AI). O ile okres szczepień przypadał przed FTAI wcześniej, tj. 30 dni przed (d-41) i na początku (d -11) FTAI, poprawie w grupie szczepionej uległ wskaźnik ciąży. Wskaźnik ciąży uległ także wyraźnej poprawie w porównaniu do krów nieszczepionych, o ile szczepionkę podawano powyżej 28 dnia po wycieleniu, zachowując dwutygodniowy odstęp pomiędzy jej kolejnymi dawkami. Z kolei jeśli krowy poddawano kolejnej turze szczepień (ROVAC) lub przeciwko BoHV-1, BVDV i *Leptospira* spp. na początku protokołu inseminacji w ściśle ustalonym w czasie FTAI (d -11), wskaźnik ciąży i odsetek strat ciąży były podobne. Szereg danych wskazuje, że szczepienie krów przeciwko BoHV-1, BVDV i *Leptospira* spp. w stadach nieszczepionych (naiwnych) poprawia wydajność rozrodczą stada, zwłaszcza gdy obie dawki szczepionki podaje się przed AI (13). Z szerszej metaanalizy wynika, że szczepienie krów przeciw BVDV obniżało częstość strat ciąży o 45% oraz poprawiało wskaźnik zacieleń o 5% (14).

Kontrola kondycji ciała (BCS)

Praktycznym sposobem kontroli rezerw energetycznych jest ocena kondycji krów. W tym celu opracowano szereg wskaźników wykorzystywanych w praktyce. Najbardziej popularny jest wskaźnik kondycji ciała (Body Condition Scoring, BCS) opracowany przez Wildmanna w 1984 r. (15) i zmodyfikowany przez Edmondsona (16). Punktowa ocena

kondycji ciała, mimo że subiektywna, jest dobrym narzędziem do określania stanu odżywienia krów. Wskaźnik ten określany jest – przeważnie u bydła mlecznego – w 5-stopniowej skali, w której „1” odpowiada zwierzęciu chudemu, a „5” nadmiernie otłuszczoneму. Ocena kondycji może być stosowana rutynowo do oceny stanu odżywienia różnych grup żywieniowych, a także określania właściwego podziału pasz, co jest nie bez znaczenia ekonomicznego. Nadmierna kondycja ujemnie koreluje z długością okresu międzyciążowego, częstością pojawiania się torbieli jajnikowych oraz dzienną produkcją mleka (17).

Utrata BCS w okresie zasuszenia jest związana ze zmniejszonym prawdopodobieństwem ciąży po pierwszej i drugiej inseminacji po wycieleniu. Krowy, które zyskały BCS w okresie zasuszenia, miały większą wydajność produkcji mleka, tłuszczu i białka oraz zmniejszały liniowo liczbę komórek somatycznych w późniejszej laktacji. Z kolei utrata BCS w okresie zasuszenia jest czynnikiem predysponującym do zaburzeń zdrowotnych i zmniejszonej wydajności produkcyjnej oraz reprodukcyjnej krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej (18).

U bydła mięsnego kondycję ocenia się przeważnie w skali 10-punktowej. Kondycją najbardziej pożądaną z punktu widzenia rozrodu jest kondycja oceniana na „5”.

Dotychczasowe metody oparte na ocenie wizualnej są z natury pracochłonne, subiektywne, a uzyskiwane wyniki bardzo często są niedokładne i niespójne (19, 20). Wymagają nadto od dokonującego oceny dużego doświadczenia. Współcześnie opracowano szereg metod bardziej obiektywnych. Jedną z nich jest system oceny BCS w oparciu o przetwarzanie obrazu. Polega on na ocenie kondycji poprzez modelowanie kształtu krów (21) w ocenie 3D (19). Automatyczny, obiektywny system BCS może wspomagać proces zapłodnienia i podejmowanie decyzji żywieniowych.

Opracowano nowsze techniki opisujące kształt ciała krów w sposób rekonstrukcyjny, umożliwiające automatyczny pomiar BCS na podstawie zdjęć wykonywanych przy użyciu kamery umieszczonej nad wejściem do robota udojowego. Kamerę umieszcza się w taki sposób, aby uchwycić obrazy krów z tyłu, w okolicy grzbietowej miednicy na wysokości biodra. Tak oceniany BCS każdej krowy był szacowany na miejscu przez dwóch techników i wiązany z obrazami krowy. Zestaw danych z testu porównawczego zawierał blisko trzysta zdjęć punktów anatomicznych i kształtów powiązanych z BCS. Następnie wykorzystano go do oceny krów, tworząc zestaw przykładowych kształtów. Do rekonstrukcji kształtów krów wykorzystano analizę liniową i wielomianową. W ten sposób opisano kształt ciała krowy, biorąc pod uwagę jej zmienność w porównaniu do średniego kształtu. Metoda ta umożliwiła uzyskanie precyzyjnego opisu kształtu krowy, który jest wykorzystywany do automatycznego szacowania BCS. Walidacja modelu wykazała, że zaproponowany model działa lepiej niż inne, nowoczesne metody szacowania BCS (21).

W zintegrowanych systemach zarządzania zdrowiem krów oceniono wykonalność włączenia pomiaru kształtu ciała do automatycznego monitorowania stanu ciała. W hipotezie zakładano, że kształt krowy zapasionej jest bardziej okrągły niż krowy chudej i z tego powodu może lepiej odpowiadać kształtowi parabolicznemu. Bardziej widoczne kostne wyrostki i wgłębienia po bokach ogona chudej krowy zwykle odbiegały znacząco od takiego kształtu. Po przetworzeniu obrazu odpowiedni algorytm dokonywał oceny kształtu ciała krowy. Nowością tej metody oceny kondycji w porównaniu do metod stosowanych wcześniej były pełna automatyzacja systemu i bardziej dokładna ocena kondycji. Model ten został już wdrożony, a jego wyniki zweryfikowano na podstawie wizualnej oceny kondycji ciała (BCS) krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej, stwierdzając niemal absolutną zgodność obu metod oceny (22, 23).

Kontrola i zwalczanie chorób okresu poporodowego

U krów bakteryjne kontaminacje macicy podczas porodu są powszechne. Występowanie zatrzymania błon płodowych i poporodowych infekcji macicy, liczba porodów i BCS są powiązane z wielkością macicy i oceną jej położenia w jamie miednicy. Krowy mające podczas laktacji mniejszą macicę zlokalizowaną w jamie miednicy wykazywały tendencję do częstszego zacielenia się po pierwszym zabiegu inseminacyjnym po porodzie (24). Nie tylko jednak kontaminacja mikrobiologiczna macicy jest powodem zapalenia macicy i późniejszych problemów z płodnością. Oprócz obecności patogenów w rozwoju procesu zapalnego istotny wpływ wywiera występująca po wycieleniu supresja funkcji odpornościowej macicy, która umożliwia niekorzystną zmianę składu drobnoustrojów zasiedlających macicę i pojawienie się procesu chorobowego nawet u 20% zwierząt. Nadal dyskusyjna pozostaje definicja poporodowych chorób macicy w oparciu jedynie o objawy kliniczne. W terenie stosuje się wiele różnych protokołów terapii, których skuteczność nie została naukowo udowodniona.

U krów mlecznych silna, poporodowa odpowiedź zapalna macicy oraz sprawne mechanizmy regulacyjne są niezbędne do eliminacji patogenów, przywrócenia funkcji jajników i uniknięcia zaburzeń rozrodu. Szybka migracja po porodzie dużej liczby neutrofilii (PMN) do światła macicy wiąże się z lepszym zdrowiem macicy i wydajnością rozrodczą. Jednak zaburzenia metaboliczne i podwyższone stężenia cytokin prozapalnych w krążeniu mogą prowadzić do upośledzenia funkcji komórek odpornościowych i rozwoju stanu zapalnego macicy. Zapalenie błony śluzowej macicy (>5% PMN w cytologii endometrium rozpoznanej ok. piątego tygodnia po porodzie) dotyka 15–35% krów mlecznych i znacznie upośledza ich płodność. Zapalenie błony śluzowej macicy jest przewlekłym, miejscowym procesem, często bez towarzyszącej infekcji bakteryjnej, rozumianym

jako przejaw nie do końca kontrolowanego zapalenia, którego specyficzne przyczyny nie są dobrze scharakteryzowane.

Ostatnio podkreśla się wysoką częstość występowania subklinicznego zapalenia błony śluzowej macicy w stadach wysokowydajnych krów. Rozpoznanie tej przypadłości opiera się na wewnątrzmacicznym pobraniu próbek do badań cytologicznych z zastosowaniem metody szczoteczkowej (Cytobrush). Niedawno opisano inną metodę – Cytotape – z wykorzystaniem taśmy cytotropowej, która umożliwia pobieranie próbek wcześniej po porodzie i podczas inseminacji, a także ułatwia profilowanie cytologii macicy u krów powtarzających (3, 25, 26).

Uważa się, że konieczność zmniejszenia stosowania antybiotyków u krów powinna zostać rozszerzona o nowsze metody leczenia zakażeń macicy. Ważne jest określenie czynników ryzyka różnych chorób macicy oraz zaprojektowanie programów zapobiegania i kontroli w celu zmniejszenia częstości ich występowania (27). Kliniczne zapalenie błony śluzowej macicy u krów leczono wieloma metodami, w tym hormonalnie PGF_{2α} (28) lub PGF_{2α} i oksytetracykliną (29, 30), niesteroidowymi lekami przeciwzapalnymi (31) i wlewem domacicznym ceftiofuru (30), domacicznym podaniem mannozy lub bakteriofagów (32, 33), wewnątrzmacicznym wlewem roztworu miodu oraz wewnątrzmacicznym wlewem oksytetracykliny (34, 35).

Zapalenie błony śluzowej macicy

Zapalenie błony śluzowej macicy jest częstym zaburzeniem rozrodczym krów. Wpływa istotnie na wydajność mleczną i zmniejsza wydajność reprodukcyjną. U krów zapalenie błony śluzowej macicy definiuje się jako zapalenie endometrium macicy trwające 21 dni lub dłużej po porodzie (36, 37).

Zapalenie błony śluzowej macicy może być klinicznym lub cytologicznym zapaleniem błony śluzowej macicy, zgodnie z kryteriami diagnostycznymi. Kliniczne zapalenie błony śluzowej macicy charakteryzuje się ropną lub śluzowo-ropną wydzieliną z pochwy i brakiem zmian ogólnoustrojowych (36, 38). Rozpoznanie cytologicznego zapalenia błony śluzowej macicy opiera się na stwierdzeniu wyższego odsetka leukocytów obojętnochłonnych (>6%) w badaniu cytologicznym macicy krów klinicznie zdrowych (39, 40).

Kliniczne zapalenie błony śluzowej macicy jest szeroko rozpowszechnione u krów mlecznych o wysokiej wydajności mlecznej i charakteryzuje się istotnym wpływem na zdolności reprodukcyjne, przejawiające się niższym wskaźnikiem ciąży, wydłużonym okresem międzyciążowym, zwiększonym poziomem brakowania, uboju i strat ekonomicznych (41, 42). Częstość występowania klinicznych przypadków endometritis wynosi u krów od 5% do 30% i dotyczy ok. 20% krów w laktacji (32, 33, 43).

U krów stopień nasilenia zapalenia błony śluzowej macicy jest skorelowany ze wzrostem aktywności niektórych enzymów, w tym kinazy kreatynowej (CK)

i aminotransferazy asparaginianowej (AST) w surowicy (44). Istnieje również dodatnia korelacja między chorobami macicy a stężeniem albumin i azotu mocznika we krwi (BUN; 45). Stwierdzono, że stężenia mocznika i bilirubiny ulegały zmianie w populacjach z macicy również u krów z subklinicznym zapaleniem błony śluzowej macicy.

Endometritis jest chorobą polietiologiczną i obejmuje okres okołoporodowy (od 2 tygodni przed porodem do 3 tygodni po porodzie). W efekcie dochodzi do osłabienia naturalnych barier i obrony bakteryjnej po porodzie (37). Częstość zakażenia bakteryjnego macicy po wycieleniu rośnie i utrzymuje się przez okres 2–3 tygodni. Proces ten jest nieunikniony i występuje naturalnie, gdy szyjka macicy jest rozwartą, a przedsionek i pochwa rozluźniają się, powodując upośledzenie naturalnych barier i obrony bakteryjnej po porodzie (37).

Szereg czynników odgrywa ważną rolę w występowaniu chorób macicy. Te czynniki ryzyka mogą być związane z uszkodzeniem macicy, stresem metabolicznym i/lub niedoborami higieny (41, 47) oraz mogą odgrywać ważną rolę w rozwoju chorób macicy. Mogą być także związane z uszkodzeniem macicy, stresem metabolicznym i/lub brakiem odpowiedniej higieny (47).

Czynnikami ryzyka związanymi z zakażeniem macicy są te, które mogą prowadzić do uszkodzenia endometrium np. z powodu porodu martwo urodzonych cieląt, bliźniąt, buhajków i potomstwa bydła mięsnego, dystocji, cięcia cesarskiego i zatrzymania łożyska (48). Do innych należą zaburzenia endokrynologiczne, niedobory selenu, witaminy E, witaminy A i β-karotenu, brak ssania przez cielę, hipokalcemia i niewłaściwa higiena, które predysponują do chorób macicy we wczesnym okresie poporodowym (48).

Anestrus

Anestrus spowodowany jest brakiem aktywności jajników, zmniejszając prawdopodobieństwo zacielenia oraz wydłużają okres międzyciążowy u krów mlecznych (49). Jego powodem jest przeważnie niedostateczne pobieranie energii z paszą. Obecnie uważa się, że anestrus poporodowy u krów mlecznych nie jest spowodowany brakiem dominującego pęcherzyka, a raczej brakiem owulacji pęcherzyka dominującego (50). Poporodowa fala pęcherzykowa rozpoczyna się ok. 5–7 dni po porodzie (51). W takiej sytuacji nowo powstały pęcherzyk, osiągający duże rozmiary do 10 dnia po porodzie (52), może ulec owulacji, ale też torbielowatej degeneracji lub atrezji (2, 53). Obecnie istnieje szereg hormonalnych sposobów leczenia poporodowego anestrus u krów, podstawowym problemem pozostaje jednak odpowiednia podaż energii paszowej.

Hormonalne metody skracania przestoju poporodowego

Wyrzut LH oraz skrócenie okresu do wystąpienia pierwszej poporodowej rui próbowano uzyskiwać,

podając w 14 dniu po wycieleniu podskórne żelatynowe kapsuły, zawierające 100 µg GnRH (54). W porównaniu do rekomendowanej dawki krótszy prześtój poporodowy, wyższą zapładnialność i wskaźnik zacielen w uzyskiwano, podając w 13–15 dniu po porodzie – 250 µg GnRH (55).

Niedawno wykazano, że podanie eCG w 6 dniu po porodzie może stymulować wzrost pęcherzyka i owulację pęcherzyka dominującego pierwszej fali i skrócić odstęp od wycielenia do poporodowej owulacji do mniej niż 20 dni (56). Ponadto druga i trzecia owulacja u tak leczonych krów wystąpiła wcześniej w porównaniu do krów, którym eCG nie podawano (56, 57, 58).

Organizacja unasieniania krów

We współczesnych, przemysłowych stadach krów mlecznych organizacja rozrodu oparta jest o komercyjne programy hormonalne. Polegają one na stosowaniu prostych kaskad hormonalnych w celu uzyskania satysfakcjonującego wskaźnika zacielen po pierwszej inseminacji (First Conception Rate), a w razie niepowodzenia – resynchronizację cyklu rujowego i ponowną inseminację, aby maksymalnie skrócić okresu usługi. Z komercyjnych programów lepiej znane są programy RepMon oraz używany wcześniej produkt firmy Upjohn, Targeted Breeding. Opcji w tym zakresie jest jednak zdecydowanie więcej. Istnieją stada, w których nie inseminuje się krów w miesiącach letnich, a które mimo to cechuje wysoka rentowność. Istotną rolę w procesie organizacji unasieniania krów odgrywa możliwie wczesna i pewna diagnoza ciąży, w której dominuje ultrasonograficzna jej diagnoza, oznaczanie PAG oraz względnie jej rozpoznawanie w badaniu klinicznym *per rectum*.

Kontrola mastitis

U krów z mastitis pogorszeniu ulega płodność – niższy jest wskaźnik zacielen oraz dłuższy okres międzyciążowy. Niezależnie od okresu pojawienia się mastitis – przed AI, między AI a diagnozą ciąży lub w okresie po diagnozie ciąży – przypadki poronień są blisko dwukrotnie częstsze niż u krów zdrowych (59). Do wykrywania przypadków mastitis w dużych stadach krów używane są obecnie różne systemy detekcji. Najczęściej oceniane są przewodność elektryczna mleka (EC) oraz jednoczesny pomiar przewodności elektrycznej mleka i jego barwy. Rzadziej wykorzystywano biosensory do wykrywania niektórych enzymów, w tym np. haptoglobiny, dehydrogenazy l-mleczanowej lub N-acetylo-β-d-glukozaminidazy, czujnik liczby komórek somatycznych (SCC) lub bolus siatkowaty mierzący temperaturę mleka. Czujniki EC i koloru mleka są urządzeniami wbudowanymi, co oznacza, że pomiary dokonywane są stale podczas przepływu mleka. (60). Wartościowym sposobem wykrywania podklinicznych przypadków mastitis jest także pomiar temperatury przy pomocy umieszczanych w żwaczku biosensory (61).

Podsumowanie

Programy zarządzania stadem nie są jeszcze powszechne w krajowych stadach krów mlecznych. Częściej stosuje się je w dużych fermach przemysłowych, w mniejszych stosowane są rzadko. Są one stale doskonalone i usprawniane, stanowiąc nie tylko pożądane narzędzie w rękach hodowców, ale i źródło cennych informacji. Nie ulega wątpliwości, że w miarę postępu ich stosowane będzie zdecydowanie częstsze, zapewniając lekarzowi możliwość wczesnego reagowania z jednej strony, a z drugiej wyższe zyski hodowcy.

Piśmiennictwo

- Lach Z.: Breeding Aspects of Cattle Reproduction, IV ART Conference in Toruń, 8–9 grudzień 2023, 11.
- Roche J.F., Mackey D., Diskin M.D.: Reproductive management of postpartum cows, *Anim. Reprod. Sci.* 2000, **60**–61, 703–712.
- Pascottini O.B., Van Schyndel S.J., Spricigo J.F.W., Carvalho M.R., Mion B., Ribeiro E.S., LeBlank S.J.: Effect of anti-inflammatory treatment on systemic inflammation, immune function, and endometrial health in postpartum dairy cows, *Scien. Rep.* 2020, **10**, 5236.
- Kowalski Z.M.: Żywieniowe uwarunkowania zaburzeń przebiegu rui u krów mlecznych, *Apra-wetpress* 2012, **7**, 457–461.
- McGuffey R.K., Symanowski J., Kube J., Shirley J., Wallace R., Clark J.: Variation in feed intake as a predictor of subsequent occurrence of health conditions in the postpartum transition cow, *J. Dairy Scie.* 1997, **80**, 1, 25.
- Lucy M.: Symposium review: Selection for fertility in the modern dairy cow – Current status and future direction for genetic selection, *J. Dairy Scien.* 2019, **102**, 3706–3721.
- Dunn T.G., Kaltenbach C.C.: Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow, *J. Anim. Scien.* 1980, **51**, 29–39.
- Goncu S., Anitas O., Gungor C., Gokce G.: New technology usage for sustainable dairy cow reproductive performances, *J. Environ. Eng. Scien.* 2017, **6**, 370–379.
- Futagawa M., Iwasaki T., Ishida, Kamado K., Ishida M., Sawada K.: A Real-Time Monitoring System Using a Multimodal Sensor with an Electrical Conductivity Sensor and a Temperature Sensor for Cow Health Control, *J. Journal of Appleid Physcs.* 2010, **49**, 4.
- Lin X., Pacheco D., Kemp P.D., Waghorn G.C., Cosgrove G.P.: Evaluation of sensors for monitoring rumen pH, temperature and pressure, *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 2010, **70**, 71–76.
- Raaperii K., Orro T., Viltrop A.: Epidemiology and control of bovine herpesvirus 1 infection in Europe, *Vet. J.* 2014, **201**, 249–256.
- Reichel M.P., Wahl L.C., Hill F.I.: Review of Diagnostic Procedures and Approaches to Infectious Causes of Reproductive Failures of Cattle in Australia and New Zealand, *Front. Vet. Scien.* 2018, **5**, 222.
- Pereira M.H.C., Cooke R.F., Alfieri A.A., Vasconcelos J.L.M.: Effects of vaccination against reproductive diseases on reproductive performance of lactating dairy cows submitted to AI, *Anim. Reprod. Scien.* 2013, **137**, 156–162.
- Newcomer B.W., Waltz P.H., Givens M.D., Wilson A.E.: Efficacy of bovine viral x, *Theriogenology* 2015, **83**, 360–365.
- Wildman E.E., Jones G.M., Wagner P.E., Boman R.L., Trout H.F., Lesch T.N.: A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics, *J. Dairy Scien.* 1982, **65**, 495–501.
- Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G.: A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows, *J. Dairy Scien.* 1989, **72**, 68–78.
- Stadnik L., Atasever S., Duchacek J.: Effects of body condition score and daily milk yield on reproduction traits of Czech Fleckvieh cows, *Animal Reprod.* 2017, **14**, 1264–1269.
- Chebel R.C., Mendoca L.G.D., Baruselli P.S.: Association between body condition score change during the dry period and postpartum health and performance, *J. Dairy Scien.* 2018, **101**, 4595–4614.
- Fischer A., Luginbuhl T., Delattre L., Delouard J.M., Faverdin P.: Rear shape in 3 dimensions summarized by principal component analysis is a good predictor of body condition score in Holstein dairy cows, *J. Dairy Scien.* 2015, **98**, 4465–4476.
- Hansen M.F., Smith M.L., Smith N.L., Abdul Jabbar K., Forbes D.: Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device, *Comput Ind.* 2018, **98**, 14–22.

21. Azzaro G., Caccamo M., Ferguson J. D., Battiato S., Farinella G. M., Guarnera G.C., Puglisi G., Petriglieri R., Licitra G.: Objective estimation of body condition score by modeling cow body shape from digital images, *J Dairy Sci.* 2011, **94**, 2126–2137
22. Halachmi I., Klopoc M., Polak P., Roberts D.J., Bewley J.M.: Automatic assessment of dairy cattle body condition score using thermal imaging, *Comput Electron Agric.* 2013, **99**, 35–40.
23. Bewley J.M., Schutz M.M.: An interdisciplinary review of Body Condition Scoring for dairy cattle, *Prof. Anim. Sci.* 2008, **24**, 507–529.
24. De Rezende E.V., Campos C.C., de Moraes G.F., dos Santos R.F.: Factors related to uterine score and its influence on pregnancy per artificial insemination in crossbred dairy cows, *Livestock Sci.* 2020, **241**, 104231.
25. Pascottini O.B.: A novel cytologic sampling technique to diagnose subclinical endometritis and comparison of sanitary methods for endometrial cytology samples in dairy cows, *Theriogenology* 2015, **84**, 1439–1446.
26. Pascottini O.B., Hostens M., Sys P., Vercauteren P., Opsomer G.: Cytological endometritis at artificial insemination in dairy cows: Prevalence and effect on pregnancy outcome, *J. Dairy Sci.* 2020, **100**, 588–597.
27. Crowe M.A., Hostens M., Opsomer G.: Reproductive management in dairy cows – the future, *Ir. Vet. J.* 2018, **71**, 1.
28. Lefebvre R.C., Stock A.E.: Therapeutic efficiency of antibiotics and prostaglandin F_{2α} in postpartum dairy cows with clinical endometritis on evidence-based evaluation, *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 2012, **28**, 79–96.
29. Azawi O.I., Omran S.N., Hadad J.J.: A study of endometritis causing repeat breeding of cycling Iraqi buffalo cows, *Reprod. Dom. Anim.* 2008, **43**, 735–743.
30. Nehru D.A., Dhaliwal G.D., Jan M.H., Cheema R.S., Kumar S.: Clinical efficacy of intrauterine cephalosporin benzathine administration on clearance of uterine bacteria and subclinical endometritis in postpartum buffaloes, *Reprod. Domest. Anim.* 2019, **54**, 317–324.
31. Carpenter A.J., Ylloja C.M., Vargas C.F., Mamedova L.K., Mendeoca L.G., Coetzee J.F., Hollis L.C., Gehring R., Bradford B.J.: Hot topic: Early postpartum treatment of commercial dairy cows with non-steroidal antiinflammatory drugs increases whole-lactation milk yield, *J. Dairy Sci.* 2019, **99**, 672–679.
32. Machado V.S., Bicalho M.L.S., Pereira R.V., Caixeta L.S., Bittar J.H.J., Oikonomou G., Gilbert R.O., Bicalho R.C.: The effect of intrauterine administration of mannose or bacteriophage on uterine health and fertility of dairy cows with special focus on *Escherichia coli* and *Arcanobacterium pyogenes*, *J. Dairy Sci.* 2012, **95**, 3100–3109.
33. Machado V.S., Knauer W.A., Bicalho M.L.S., Oikonomou G., Gilbert R.O., Bicalho R.C.: A non-ovul diagnostic technique to determine uterine health of Holstein cows at 35 days postpartum, *J. Dairy Sci.* 2012, **95**, 1349–1357.
34. Gohar M.A., Elmetwally M.A., Montaser A., Zaabel S.M.: Effect of oxytetracycline treatment on postpartum reproductive performance in dairy Buffalo cows with retained placenta in Egypt, *J. Vet. Healthcare* 2018, **1**, 45–53.
35. Abdul Hafeez M., Abdul Kadder H.A., Sayed A.M., Shehata S.H.: Intrauterine honey infusion in Holstein Frisian cows with purulent endometritis, *International J. Comparative & Alternative Medicine* 2019, **12**, 53–57.
36. Sheldon I.M., Lewis G.S., LeBlanc S., Gilbert R.O.: Defining postpartum uterine disease in cattle, *Theriogenology* 2006, **65**, 1516–1530.
37. Sheldon I.M., Cronin J.G., Bromfield J.J.: Tolerance and innate immunity shape the development of postpartum uterine disease and the impact of endometritis in the dairy cattle, *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2019, **7**, 361–384.
38. LeBlanc S.J., Duffield T.F., Leslie K.E., Bateman K.G., Keefe G.P., Walton J.S., Johnson W.H.: Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows, *J. Dairy Sci.* 2002, **85**, 2223–2236.
39. Kaufmann T.B., Drillich M., Tenhagen B.A., Fordeur D., Heuwieser W.: Prevalence of bovine subclinical endometritis 4h after insemination and its effects of first service conception rate, *Theriogenology* 2009, **71**, 385–391.
40. Pascottini O.B., LeBlanc S.J.: Modulation of immune function in the bovine uterus peripartum, *Theriogenology* 2020, **150**, 193–200.
41. Hay M.J., Gunn A.J., Abuelo A., Brookes V.J.: The effect of abnormal reproductive tract discharge on the calving to conception interval of dairy cows, *Frontiers in Veterinary Sci.* 2019, **6**, 374.
42. Helfrich A.L., Reichenbach H.D., Meyerholz M.M., Schon H.A., Arnold G.J., Frochlich T., Weber F., Zerhe H.: Novel sampling procedure to characterize bovine subclinical endometritis by uterine secretions and tissue, *Theriogenology* 2020, **141**, 186–196.
43. Moraes J.G.N., Silva P.R.B., Mendonça L.G.D., Scanaves A.A., Silva J.C.C., Chebel R.C.: Effects of intrauterine infusion of *Escherichia coli* lipopolysaccharide on uterine health, resolution of purulent vaginal discharge, and reproductive performance of lactating dairy cows, *J. Dairy Sci.* 2017, **100**, 4772–4783.
44. Sattler T., Furl M.: Creatine Kinase and Aspartate Aminotransferase in Cows as Indicators for Endometritis, *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.* 2004, **51**, 132–137.
45. Nazhat S.A., Kitahara G., Kozuka N., Mido S., Sadawy M., El-Heika Ali H., Osawa T.: Associations of periparturient plasma biochemical parameters, endometrial leukocyte esterase and myeloperoxidase, and bacterial detection with clinical and subclinical endometritis in postpartum dairy cows, *J. Vet. Med. Sci.* 2018, **80**, 302–310.
46. Gahlot S.C., Kumar S., Kumaresan A., Vairamuthu S., Saraf K.K., Sreela L., Baithalau R.K., Lathwal S.S., Moganty T.K.: Biochemical analysis of uterine fluid for identification of indicators for subclinical endometritis in the water buffalo (*Bubalus bubalis*), *Reprod. Dom. Animals.* 2018, **53**, 48–53.
47. LeBlanc S.J.: Review: Relationships between metabolism and neutrophil function in dairy cows in the peripartum period, *Animals* 2020, **14**, 44–54.
48. Venjakob P.L., Pieper L., Heuwieser W., Birehardt S.: Association of postpartum hypocalcemia with early-lactation milk yield, reproductive performance and culling in dairy cows, *J. Dairy Sci.* 2018, **101**, 4396–4405.
49. Jaśkowski B.M., Kulus J., Kmiecik J., Nowak T., Boryczko Z.: Anestrus u krów skuteczność różnych modeli terapii, w: *Biotechniki stosowane w rozrodzie zwierząt gospodarskich i koni*, Wydawnictwo UP w Poznaniu, Poznań 2016, 101–108.
50. Roche J.F., Mihm M., Diskin M.G., Ireland J.J.: A Review of Regulation of Follicle Growth in Cattle, *J. Anim. Sci.* 1998, **76**, 6–29.
51. Beam S.W., Butler W.R.: Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat, *Biol. Reprod.* 1997, **56**, 133–142.
52. Savio J.D., Boland M.P., Roche J.F.: Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows, *J. Reprod. Fert.* 1990, **88**, 581–591.
53. Sakaguchi M., Sasamoto Y., Suzuki T., Takahashi Y., Yamada Y.: Fate of cystic ovarian follicles and the subsequent fertility of early postpartum dairy cows, *Veterinary Record.* 2006, **159**, 197–201.
54. Britt J.H., Kittok R.J., Harrison D.S.: Ovulation, Estrus and Endocrine Response after GnRH in Early Postpartum Cows, *J. Anim. Sci.* 1974, **39**, 915–919.
55. Nash J.G. Jr, Ball R., Olson J.D.: Effects on Reproductive Performance of Administration of GnRH to Early Postpartum Dairy Cows, *J. Anim. Sci.* 1980, **50**, 1017–1021.
56. Rostami B., Niasari-Naslaj A., Vojgani M., Nikjou D., Amaniou H., Gerami A.: Effect of eCG on early resumption of ovarian activity in postpartum dairy cows, *Anim. Reprod. Sci.* 2011, **128**, 100–106.
57. Mohammadsadeght M.: The impacts of eCG administration, 3 days before OVSYNCH on the treatment of inactive ovary of dairy cows, *Revue Méd. Vét.* 2019, **170**, 110–116.
58. Vojgani M., Akbarinejad V., Niasari-Naslaj A.: Administration of eCG on Day 6 postpartum could enhance reproductive performance of Holstein dairy cows, *Anim. Reprod. Sci.* 2013, **138**, 159–162.
59. Santos J.E.P., Cerri L.R.A., Balou M.A., Higginbotham G.E., Kirk J.H.: Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows, *Anim. Reprod. Sci.* 2004, **80**, 31–45.
60. Rutten C.J., Velthuis A.G.J., Steeneweld W., Hogeveen H.: Invited review: Sensors to support health management on dairy farms, *J. Dairy Sci.* 2013, **96**, 1928–1952.
61. Kim H., Min Y., Choi B.: Real-time temperature monitoring for the early detection of mastitis in dairy cattle: Methods and case researches, *Comput. Electron. Agric.* 2019, **162**, 119–125.

Prof. dr hab. Jędrzej M. Jaśkowski,
e-mail: jedrzej.jaskowski@gmail.com