

Czynniki i mechanizmy wpływające na sezonowe zaburzenia w rozrodzie świń

JANUSZ WOJTCZAK¹, MATEUSZ POROWSKI²,
AGNIESZKA PIETSCH-FULBISZEWSKA³, ZYGMUNT PEJSAK³

¹Katedra Hodowli Zwierząt i Oceny Surowców, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Złotniki, ul. Słoneczna 1, 62-002 Suchy Las

²Przychodnia Weterynaryjna Animal, Pobiedziska, ul. Kostrzyńska 40, 62-010 Pobiedziska

³Uniwersyteckie Centrum Medycyny Weterynaryjnej UJ-UR, Uniwersytet Rolniczy, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Otrzymano 23.02.2024

Zaakceptowano 27.03.2024

Wojtczak J., Porowski M., Pietsch-Fulbiszevska A., Pejsak Z.

Factors and mechanisms influencing seasonal disorders in pig reproduction

Summary

The problem of unsatisfactory reproductive results in pigs is visible in a significant percentage of herds, especially during summer months and early autumn (seasonal summer infertility). This is reflected mainly in the reduced percentage of sows entering estrus after weaning and the effectiveness of mating/insemination. The consequence is a significantly lower number of births in November, December and sometimes even in January, compared to other seasons. There are many causes of seasonal summer infertility. The first things mentioned are usually the length of the light day and the high temperature in the pigs environment. An important reason that is not often discussed is the daily temperature fluctuations which usually occur at the end of summer and the beginning of autumn. Persistent unfavorable conditions are responsible for long-term stress. Hormonal disorders related to stress, leading to reproductive disorders, result from connections taking place in the hypothalamus between the hypothalamus-pituitary-gonadal axis (HPG), which regulates, among others, the reproductive functions of the ovaries, and the hypothalamus – pituitary – adrenal axis – HPA which governs organism reaction to stress. Under stressful conditions, glucocorticoids (cortisol, corticosterone) secreted in large amounts by the adrenal glands, as well as adrenaline, norepinephrine and, in small amounts, dopamine, may inhibit reproductive functions at the level of the hypothalamus, reducing the secretion of GnRH. At the same time, by reaching the pituitary gland, these hormones limit the sensitivity of the cells of this endocrine gland to GnRH. As a consequence, the maturation of follicles slows down, the number of ovulating and rupturing follicles decreases, and the secretion of estrogen is reduced. The consequence is the absence of heat or, more often, the so-called “silent heat”. Another problem is the uneven maturation of the follicles, which leads to a delayed appearance of estrus and its longer duration: 3-4 days. The final effect of these is a decrease in the rate of females presenting heat after weaning of piglets, a deterioration in the mating/insemination success rate, an increase in the rate of early abortions and percentage of litters with a small number of piglets in a litter. The summary stated that despite the identification of various seasonal causes of reproductive disorders in pigs, depending on both sows and boars, and the availability of various “tools” to reduce phenomenon of seasonal infertility, the presented problem has not been solved in a large percentage of swine farms. Its intensity varies and depends primarily on awareness, knowledge of ways to eliminate unfavorable conditions and determination in this regard. The first step, as always, is to objectively assess the situation. The assessment can be made through a detailed analysis of production data.

Keywords: swine, summer infertility, factors, mechanisms

Świnie domowe (*Sus scrofa domestica*) są jednym z najważniejszych gatunków zwierząt gospodarskich w skali świata. Historia ich użytkowania przez człowieka rozpoczęła się od udomowienia ich protoplastów – dzików (*Sus scrofa*), które należą do sezonowo rozrodczych zwierząt monoestralnych, co oznacza, że owulacja u samic ma miejsce zazwyczaj jeden raz

w roku. Jako zwierzęta dnia krótkiego, dziki wykazują aktywność płciową w okresie jesienno-zimowym, podobnie do owiec i kóz (33), jednakże determinanta sezonowości rozrodczej i mechanizm regulowania tego procesu jest u tych gatunków odmienny. Skracanie się dnia jest dla małych przeżuwaczy sygnałem, a za pośrednictwem szyszynki i wydzielanej przez nią

melatoniny, także głównym mechanizmem regulacyjnym funkcji układu rozrodczego (33). U dzików skracanie się dnia jest tylko sygnałem, zaś mechanizmem regulacyjnym jest tempo metabolizmu związane z dostępnością i zasobnością energii pokarmowej (17, 21). Z tego względu udomowione owce i kozy nadal pozostały zwierzętami sezonowo rozrodczymi, podczas gdy świnie, w warunkach dostępności wysokoenergetycznego pokarmu w całym roku, stały się asezonalnymi zwierzętami poliestrlnymi, co oznacza, że cykle płciowe powtarzają się u loch regularnie przez cały rok. Niemniej jednak z wielu różnych powodów wskaźniki rozrodcze stada podstawowego loch okresowo mogą ulegać istotnemu obniżeniu. Problem niezadowolających wyników w rozrodzie świń uwidacznia się w znacznym procencie stad, przede wszystkim w miesiącach letnich i wczesną jesienią, stąd określa się go mianem „letniej niepłodności”.

W Polsce jako jeden z pierwszych (1977) zagadnienie „letniej niepłodności” udokumentował Węckowicz (44). Swoje poglądy na powyższy temat przedstawił na podstawie analizy danych zebranych w pierwszej, powstałej na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia, krajowej fermie wielkotowarowej w Kołbaczu, w województwie zachodniopomorskim. To nieznanne dotychczas w Polsce zjawisko określano ówczesnie jako „siodło Węckowicza”. Nazwa ta związana była ze znaczącym pogorszeniem efektów w rozrodzie świń (wyraźnie zmniejszony odsetek loch wchodzących terminowo w ruję po odsadzeniu oraz znacznie niższa niż w innych porach roku skuteczność krycia/inseminacji w okresie lata). Konsekwencją „siodła” była wyraźnie mniejsza, w stosunku do innych pór roku, liczba porodów w listopadzie, grudniu, a niekiedy nawet w styczniu, co w dalszej konsekwencji powodowało zdecydowane zmniejszenie się liczby odchowywanych tuczników na początku lata. W późniejszych latach zjawisko to zaobserwowano w kolejnych powstających w Polsce tak zwanych fermach wielkotowarowych świń. Co ciekawe, w Europie jedną z pierwszych publikacji, które wskazywały na problem „letniej niepłodności” była praca ogłoszona w *Veterinary Record* (19). Uwidoczniono w niej, że w okresie lata odsetek pokrytych loch, które wykazywały powtarzalność rui w нефизjologicznym terminie, zazwyczaj w czasie 24-37 lub 47-56 dni po pokryciu, był istotnie wyższy niż w pozostałych porach roku. Wykazano również, że wyraźnie zwiększył się okres między odsadzeniem a wejściem samic w ruję.

Na problem ten zwrócili uwagę m.in. autorzy australijscy (4, 5). Wykazali oni, że w lecie tempo rozwoju komórek jajowych jest wyraźnie wolniejsze niż w pozostałych porach roku, co jest przyczyną obniżonej rozrodczości. Gorsza jakość oocytów w okresie letnim związana jest, zdaniem cytowanych autorów, z obniżeniem poziomu progesteronu w płynie pęcherzykowym w końcowej fazie dojrzewania oocytów. Dodatkowo,

zauważyli oni, że wskaźnik ryzyka ujawnienia się problemu „letniej niepłodności” zależy w znacznym stopniu od cyklu reprodukcyjnego. Najbardziej wrażliwe na uwidocznienie się problemu wolniejszego i, co nie mniej ważne, zróżnicowanego tempa rozwoju pęcherzyków jajnikowych w okresie lata są samice w drugim cyklu reprodukcyjnym (27).

Negatywny wpływ pory roku na efektywność rozrodu świń wykazali też m.in. autorzy fińscy (24-26). Mając dostęp do danych produkcyjnych dotyczących ponad tysiąca stad świń w Finlandii, porównali wyniki uzyskiwane w rozrodzie w okresie lata do tych, które osiągnęto w miesiącach zimowych. Pod uwagę wzięto takie wskaźniki, jak: powtarzalność rui, czas od odsadzenia do wystąpienia objawów rujowych, wiek loszek w momencie pierwszego porodu, wielkość miotu, wskaźnik wybrakowań z powodu braku rui i skuteczność krycia. Poddane analizie statystycznej wyniki jednoznacznie uwidocznily wpływ pory roku na różne parametry rozrodcze. Najgorsze wyniki w rozrodzie w stopniu powtarzalnym stwierdzano w Finlandii w okresie późnego lata i wczesnej jesieni. Stwierdzono, że ryzyko eliminacji loch z powodu braku rui wyraźnie rosło w okresie jesieni. Ryzyko powtarzania rui po inseminacji było najwyższe w okresie od lipca do listopada. Wydłużenie czasu od odsadzenia do wystąpienia pierwszych objawów rujowych (powyżej 10 dni) stwierdzano najczęściej od sierpnia do października. Brakowanie loch z powodu nie skuteczności krycia było najwyższe w grupie loch odsadzanych od prosiąt w październiku i listopadzie. W badaniach poubojowych uwidoczniono, że odsetek „nieaktywnych jajników” wzrastał w miesiącach letnio-jesiennych. Podobne wyniki badań uzyskano podczas analiz wskaźników reprodukcyjnych ras białych utrzymywanych w Szwecji (23). Jednocześnie badania te wykazały zwiększoną wrażliwość sezonową świń rasy Swedish Yorkshire w porównaniu do Swedish Landrace. Wzrost wskaźnika powtarzalności rui w sezonie letnim był u loch Yorkshire o ponad 4% wyższy niż u Landrace (37).

Przyczyn obserwowanej i opisywanej przez autorów z wielu krajów tak zwanej letniej niepłodności jest wiele. Z reguły za dwa kluczowe czynniki uważa się długość dnia świetlnego (fotoperiod) oraz wysoką temperaturę w środowisku przebywania świń. Ważnym powodem, o którym dyskutuje się rzadziej, są duże dobowe wahania temperatury w pomieszczeniach dla świń, co ma miejsce zazwyczaj przy końcu lata i na początku jesieni. Zwykle zjawisko to jest rozpatrywane z punktu widzenia zaburzenia procesów immunologicznych, co może prowadzić do wzrostu zachorowalności, w szczególności na choroby wirusowe, zwierząt wszystkich grup wiekowych – jednak szczególnie młodych świń rosnących (18). Zwierzęta stada podstawowego uważa się za zdecydowanie odporniejsze na okołodobowe wahania temperatury i tym samym ten czynnik nie

jest w powszechnym mniemaniu uznawany za istotny. Kolejnym, często niedocenianym powodem omawianego problemu, jest wyraźny spadek spożycia paszy przez samice – co związane jest z wysoką temperaturą otoczenia (29). Zjawisko to generuje deficyt energii na poziomie fizjologicznym, co ma dalsze konsekwencje dla funkcjonowania układu endokrynnego. Jedną z przyczyn omawianego problemu są „atawistyczne”, genetycznie determinowane „sygnały z przeszłości” pochodzące od monoestralnych protoplastów świń. Ważnym czynnikiem obniżenia się skuteczności zapłodnień, szczególnie w gospodarstwach, w których miejsce ma naturalne krycie loch, jest gorsza w lecie niż w okresie zimowym jakość nasienia knurów oraz ich słabsze libido. Na zjawisko to kilkadziesiąt lat temu zwrócili uwagę między innymi autorzy polscy (35).

Skala problemu letniej niepłodności wydaje się w różnych krajach oraz w różnych systemach utrzymania świń odmienna. Nieliczni autorzy wskazują, że poprzez zdecydowaną poprawę warunków środowiskowych, w tym przede wszystkim skuteczne kontrolowanie temperatury w miejscu przebywania świń, m.in. poprzez instalowanie tam systemów chłodzenia oraz przez wprowadzenie inseminacji, problem ten został znacząco ograniczony (14).

Jak wspomniano, jednym z najbardziej istotnych czynników w omawianym temacie jest długotrwały stres cieplny będący konsekwencją nadmiernie wysokiej temperatury otoczenia. Pora letnia i związane z nią wysokie temperatury w pomieszczeniach dla loch utrzymywanych w stadach wielkotowarowych, niezależnie od stanu fizjologicznego samic (luźne, prośne, karmiące) od dziesięcioleci uznawane są za główną przyczynę wyraźnego pogorszenia się parametrów związanych z rozrodem świń, takich jak: odsetek loch wchodzących w ruję po odsadzeniu ich od prosiąt, skuteczność krycia/inseminacji, liczba urodzonych i odsadzonych prosiąt oraz średnia masa ciała prosiąt w dniu urodzenia i odsadzenia (10, 11, 30, 39). Potwierdzeniem kluczowego znaczenia temperatury w pomieszczeniach dla loch są badania wskaźników rozrodczych samic utrzymywanych w krajach strefy tropikalnej (36, 37), ale także w wielu krajach Europy, w tym m.in. w Polsce (14), we Francji (11), a nawet w Szwecji (23) czy Finlandii (24). Prace dotyczące omawianego problemu od wielu lat prezentowane są przez autorów amerykańskich (1, 12) i australijskich (38-40). Analizy produkcyjne ferm w Tajlandii utrzymujących świnię ras białych szlachetnych (Landrace i Yorkshire) wykazały sezonowe wahania wskaźników rozrodczych z uwzględnieniem zmian temperatury pomiędzy porą gorącą a chłodną, pomimo iż długość dnia w tym czasie w szerokości geograficznej Tajlandii zmienia się bardzo nieznacznie (36, 37).

Powyższe wskazuje na mniejsze znaczenie fotoperiodu i w pewien sposób tłumaczy obserwowany w ostatnich latach zanik sezonowości rozrodczej oraz

wzrost potencjału reprodukcyjnego dzika w Polsce (16). Uważa się, że pochodzące od dzika świnię mogą mieć pewien poziom wrażliwości na fotoperiod, ale jako „zwierzęta dnia krótkiego” mogą reagować pozytywnie na wydłużenie czasu wydzielania melatoniny. Należy zauważyć, że poglądy na temat efektów działania melatoniny u świń są zróżnicowane. Wiadomo, że działanie tego hormonu w głównej mierze zależy od gatunku, a konkretnie od tego, czy jest to gatunek zaliczany do zwierząt dnia długiego, czy dnia krótkiego. Warto jednak pamiętać, że u różnych gatunków stopień oddziaływania melatoniny na funkcje rozrodcze jest zróżnicowany. Przykładowo, u owiec ma znaczenie kluczowe, zaś u świń stanowi jedynie sygnał środowiskowy, a nie czynnik istotnie wpływający na funkcje rozrodcze. To, co wdaje się być kluczowe to fakt, że zwierzęta dnia krótkiego, to nie zwierzęta mające sezon rozrodczy w okresie krótkiego dnia tylko te, które wchodzą w okres aktywności rozrodczej w czasie skracania się dnia. Uważa się, że istotny jest kierunek zmian fotoperiodu i idące za tym zmiany czasu sekrecji melatoniny; prawdopodobnie nie chodzi o stężenie melatoniny we krwi, tylko o czas sekrecji w stosunku do czasu braku sekrecji (38). Pomimo, że dotychczas zmienność pór roku wydawała się kluczowa dla wahań parametrów produkcyjnych, badania ostatnich lat wskazują na bardzo istotne znaczenie fizjologicznych rytmów dobowych dla produktywności, a także statusu zdrowotnego zwierząt gospodarskich, w tym świń (18). Mechanizmy fizjologiczne i znaczenie zjawisk związanych z rytmemi dobowymi podlegają obecnie intensywnym badaniom i wciąż stanowią interesujący obszar badawczy z wieloma niewiadomymi (18).

U dzików skracanie się dnia daje sygnał, że zbliża się zima, co oznacza, że przy właściwej dla gatunku długości ciąży poród będzie miał miejsce na wiosnę, czyli w okresie optymalnym do odchovu młodych. U tego gatunku zwierząt aktywacja podwzgórza i wzrost częstotliwości pulsacyjnej sekrecji GnRH zaczyna się późną jesienią (38, 39). Wydłużanie się dnia wiosną powoduje skrócenie czasu sekrecji melatoniny i zmniejszenie wrażliwości podwzgórza na ten hormon co powoduje osłabienie sekrecji GnRH (39).

Ważną rolę w regulacji sekrecji melatoniny wydaje się odgrywać intensywność światła w ciągu dnia. Przy dużej intensywności wzrasta poziom sekrecji melatoniny nocą i odwrotnie. U dzika żyjącego w lesie, wbrew pozorom przy długim dniu świetlnym intensywność oświetlenia w lesie jest relatywnie mała. Jesienią dzień się skraca, ale intensywność światła rośnie, ponieważ drzewa tracą liście i tym samym rośnie intensywność nocnej sekrecji melatoniny (38). U dzików miejskich i przebywających na polach proces ten jest zaburzony i jest to prawdopodobnie jedna z przyczyn zanikania sezonowości rozrodczej dzika. U świń sytuacja z punktu widzenia funkcji osi HPG jest podobna ale wyraźnie złagodzona. Ponieważ ciąża jest krótsza niż

u owiec, a wszystkożerność powoduje wydłużenie okresu dostępności pokarmu, nie ma też bezpośredniej zależności laktacji od sezonu żywienia. Z tego powodu właściwa podaż energii paszowej może być czynnikiem aktywującym podwzgórze, niezależnie od wydłużania się dnia świetlnego i tym samym skracania czasu sekrecji melatoniny (40).

Podsumowując znaczenie fotoperiodu, w tym melatoniny na rozród można stwierdzić, że zagadnienie to nie jest jednoznaczne, niemniej można wysunąć hipotezę, że zmiany długości dnia świetlnego mają działanie wspomagające, a nie kluczowe. U dzików i świń ważny dla rozrodu wydaje się wzrost zasobności środowiska w energię paszową. Paradoksalnie jesienią dziki mają więcej pokarmu niż latem, w każdym razie jest to pokarm bardziej energetyczny, co jest czynnikiem nieco zbliżonym do stosowanego w produkcji trzody chlewnej *flushingu*. Skracanie się dnia stanowi wyłącznie sygnał dodatkowy, dlatego melatonina wydaje się nie mieć kluczowego znaczenia dla okresowego spadku parametrów reprodukcyjnych loch (38, 40).

Zdecydowanie większy wpływ na wyniki w rozrodzie ma prawdopodobnie stres cieplny. Wskazują na to m.in. wyniki badań pochodzące z krajów charakteryzujących się wysokimi temperaturami i wysoką wilgotnością powietrza. Te dwa czynniki zwiększają odczucie stresu cieplnego. Przykładowo w Tajlandii, w okresie wysokich temperatur i dużej wilgotności powietrza, lochy charakteryzowały się w badaniach zdecydowanie niższymi wskaźnikami reprodukcyjnymi w porównaniu do swoich europejskich odpowiedników w tych samych rasach (36, 42).

Do wspomnianego stresu cieplnego dochodzi z reguły po przekroczeniu górnej temperatury krytycznej w środowisku przebywania świń. Temperatura krytyczna środowiska dla zwierzęcia zależy od: wieku, masy ciała, kondycji i stanu fizjologicznego zwierząt oraz systemu utrzymania czy obsady, przy czym istotnym elementem powodującym wzrost odczuwania stresu cieplnego jest wysoka (ponad 80%) wilgotność powietrza (20, 41). Duży wpływ na graniczną temperaturę ma również sposób żywienia i skład zadawanej paszy. Zwiększona ilość pobranej paszy oraz podwyższona zawartość białka i włókna fermentującego w jej składzie powodują wzrost wytwarzanego ciepła metabolicznego (6). Z drugiej strony, podwyższona zawartość tłuszczu w mieszankach paszowych przyczynia się do obniżenia wytwarzania ciepła metabolicznego i jest zalecana w letnim żywieniu świń jako jeden z elementów prewencji stresu cieplnego. Warto pamiętać, że genetyka, aktywność i produktywność zwierzęcia mogą determinować skutki temperatury krytycznej na organizm. Porównując efekt pory roku dla wskaźników rozrodczych loch w fermie wielkotorowej w zależności od typu kojca w sektorze krycia stwierdzono, że lochy utrzymywane w grupie, gdzie możliwe było przemieszczanie się i poszukiwanie

obszaru o lepszym mikroklimacie, miały zminimalizowany poziom zmienności wskaźników reprodukcyjnych pomiędzy porami roku (ok. 3% zmienności w parametrach skuteczności), podczas gdy lochy utrzymywane w kojcach indywidualnych notowały w okresie letnim znaczący spadek produktywności we wszystkich istotnych parametrach (nawet do 15% zmienności) (31). Wykazano też, że w okresie letnim zwiększa się częstotliwość stosowania psychomotorycznych sedatorów, używanych do minimalizacji walk hierarchicznych w grupowym systemie utrzymania loch po odsadzeniu. Najpopularniejsze w tym zakresie preparaty, zawierające substancje czynne z grupy butyrofenonów (np. azaperon), generalnie opóźniają aktywację układu rozrodczego po okresie laktacyjnego anestrus i obniżają parametry skuteczności krycia i wskaźnika oproszeń, jednakże w okresie letnim efekt ten jest wyraźniej zauważalny (32, 34).

Wysokie temperatury okresu letniego mogą powodować obniżenie syntezy i sekrecji progesteronu u loch prośnych, wpływając wysoce niekorzystnie na zdolność loch do utrzymania ciąży, szczególnie na wczesnych jej etapach. Prośne lochy pod wpływem stresu cieplnego związanego z przegrzaniem organizmu stają się mniej aktywne, co może powodować zwiększone odkładanie się tkanki tłuszczowej w organizmie, prowadząc do destabilizacji metabolicznej. To z kolei może być przyczyną skrócenia ciąży, jak wskazują badania, średnio o nawet półtora dnia, czego efektem może być znaczące obniżenie masy urodzeniowej noworodków (20). Warto przypomnieć, że u świń po około 20 dniach ciąży produkcję progesteronu – wytwarzanego do tego czasu wyłącznie przez ciała żółte ciążowe, przejmuje dodatkowo łożysko.

Związane ze stresem zaburzenia w gospodarce hormonalnej wynikają z mających miejsce w podwzgorzu powiązań między regulującą funkcje rozrodcze osią podwzgorze–przysadka–gonady (hypothalamus-pituitary-gonadal axis – HPG) i zarządzającą reakcją organizmu na stres osią podwzgorze–przysadka–nadnercza (hypothalamus-pituitary-adrenal axis – HPA). Co warto podkreślić, świnię, obok koni i krów mlecznych, należą do zwierząt szczególnie „stresowrażliwych”. Generalnie należy uznać, że większość czynników stresotwórczych staje się niebezpieczna i szkodliwa w długim czasie oddziaływania, nawet jeżeli w krótkim okresie przynosi efekty pozytywne (43). Czynniki mikroklimatyczne związane ze zmiennością pór roku i powiązane z tym wahania temperatury bez wątpienia należą do stresorów długotrwałych (2, 6, 9, 12). By przedstawić niekorzystny wpływ długotrwałego stresu na fizjologiczne mechanizmy użyteczności rozplodowej warto prześledzić szlaki hormonalne i punkty styczne reakcji stresowej z mechanizmami regulacji rozrodu. W podwzgorzu syntetyzowany jest neurohormon gonadoliberyna, który stymuluje uwalnianie hormonów gonadotropowych FSH i LH. Wydzielany do układu

krwionośnego FSH dociera do jajników, gdzie stymuluje rekrutację i początkowy wzrost pęcherzyków jajnikowych. Z kolei LH podtrzymuje rozwój pęcherzyków jajnikowych i przyczynia się do rozpoczęcia nasilonej syntezy testosteronu i estradiolu. Kumulacja pulsów sekrecji LH w końcowym okresie cyklu rujowego powoduje szybkie narastanie jego koncentracji we krwi dające efekt nazywany przedowulacyjnym wylewem LH, przyczyniającym się do owulacji, lutegoogenezy i rozpoczęcia produkcji progesteronu (30). Jak wspomniano, w podwzgórzcu ma też swój początek oś HPA, której zadaniem jest uruchomienie reakcji obronnej organizmu na stres. O ile związana z sekrecją katecholamin reakcja alarmowa nie ma zasadniczo negatywnego wpływu na procesy rozrodcze, o tyle długotrwałe uaktywnienie osi HPA może takie oddziaływanie wykazywać (22). Każdy z hormonów osi HPA (CRH, ACTH, kortyzol, kortykostron) ma zdolność do ograniczania funkcji hormonalnej osi HPG, ze względu na to, że poszczególne piętra obydwu osi składają się z tych samych gruczołów dokrewnych (30, 43). Docierając do przysadki, hormony stresu ograniczają wrażliwość komórek tego gruczołu dokrewnego na GnRH. W konsekwencji dochodzi do ograniczenia syntezy gonadotropin i ich oddziaływania na jajnik, co powoduje spowolnienie i zaburzenie równomierności dojrzewania pęcherzyków jajnikowych oraz obniżenie wydzielania odpowiedzialnego za wystąpienie rui estradiolu (30). Konsekwencją opisanych zjawisk jest brak rui lub, co ma miejsce u swni częściej, tzw. „ciche ruje”, stanowiące istotny problem technologiczny w produkcji fermowej. Obserwowane są też przypadki opóźnionego pojawienia się rui i przedłużonego, do 3-4 dni jej trwania, co utrudnia wyznaczenie właściwego terminu inseminacji loch (9). Kolejnym efektem jest zmniejszenie poziomu owulacji, wpływające na możliwość skutecznego zapłodnienia właściwej liczby komórek jajowych. Finalnym efektem tych zjawisk jest obniżenie się liczby samic wchodzących w „terminową ruję” po odsadzeniu prosiąt, pogorszenie się wskaźnika skuteczności krycia/inseminacji, wzrost wskaźnika wczesnych poronień oraz wzrost odsetka miotów o małej liczbie noworodków, czyli wieloczynnikowe zmniejszenie efektywności rozrodczej loszek i loch. Wykazano, że im lochy są starsze, tym bardziej wrażliwe są na działanie stresu (26, 27).

Warty zauważenia jest fakt, że na stres związany z dużą dobową amplitudą temperatur szczególnie narażone są nowe linie genetyczne swni. Prace genetyków ukierunkowane były przez lata przede wszystkim na poprawę wydajności produkcyjnej zwierząt, co zostało z pewnością osiągnięte. Niestety, doprowadzono jednocześnie do zmniejszenia odporności zwierząt tego gatunku na działanie różnego rodzaju niekorzystnych warunków środowiskowych. Jest to związane między innymi z wyraźnym zmniejszeniem się grubości podskórnej tkanki tłuszczowej chroniącej swnie przed

konsekwencjami dużej dobowej amplitudy temperatur (18). Z tego względu konieczne stało wspomaganie zwierząt na poziomie technologicznym. W ostatnich latach pojawiło się wiele rozwiązań w postaci systemów ochładzania pomieszczeń inwentarskich, które pozwalają kontrolować warunki środowiskowe i coraz lepiej chronią zwierzęta przed przegrzaniem organizmu. Z drugiej jednak strony, narastające w skali globalnej ocieplenie klimatu (46) oraz opisane wyżej nie tylko pozytywne, z omawianego punktu widzenia, efekty prac genetyków powodują, że letnia niepłodność w większości chlewni pozostaje problemem (9, 14).

Wielu badaczy wskazuje, że ważną przyczyną „letniej” niepłodności u swni są atawistyczne „sygnały z przeszłości”. Jak już wspomniano, sezon rozrodczy u dzików rozpoczyna się wraz z intensywnie skracaającym się jesienią dniem świetlnym. Okres letniego anoestrus zbiega się z długim dniem świetlnym i wysokimi temperaturami otoczenia. Szczyt sezonu rozrodczego ma miejsce w listopadzie i grudniu. Natomiast latem z reguły rui u samic dzików się nie obserwuje (16, 17). Niemniej zmiany w środowisku przebywania dzików, związane m.in. z łatwym dostępem do pokarmu (długo dostępna w polu kukurydza) i zmiany klimatyczne (łagodne zimy) powodują, że coraz częściej obserwowane są u dzików w okresie roku dwa cykle rozrodcze. Konsekwencją jest między innymi gwałtownie rosnąca w Europie populacja dzików (17).

Analiza piśmiennictwa dotyczącego letniej niepłodności swni wskazuje, że za obniżenie się efektów w rozrodzie w okresie lata i wczesnej jesieni „odpowiedzialne” są nie tylko lochy ale i knury (3, 7, 16, 35, 45). Autorzy niemieccy (8) jako jedni z pierwszych wykazali, że okres lata niekorzystnie wpływa na produkcję nasienia przez knury w zakresie jego ilości i jakości. Obserwowano zmniejszoną ruchliwość i mniejszą liczbę plemników w ejakulacie. Stwierdzano również niski poziom androgenów we krwi. Przy temperaturze powyżej 29°C obserwowano zaburzenia w spermatogenezie (7). Związane ze stresem cieplnym zaburzenia procesu spermatogenezy przejawiają się m.in. zwiększoną liczbą plemników zmienionych morfologicznie (7, 16, 35, 45).

Z kolei najwyższe stężenie testosteronu we krwi knurów stwierdza się w okresie od października do grudnia. Najwyższą zawartość estrogenów w plazmie nasienia rejestrowano jesienią (35). W wielu badaniach wykazano, że w okresie jesienno-zimowym ma miejsce wzrost objętości ejakulatów, ogólnej liczby plemników w ejakulacie jak również wzrost odsetka plemników ruchliwych i normalnych (3, 16, 35). Podczas krótkiego dnia knury wytwarzają ejakulatory o najlepszej jakości, największej objętości i koncentracji plemników.

Podsumowując, pomimo rozpoznania różnicowanych, zależnych zarówno od loch jak i knurów, sezonowych przyczyn zaburzeń w rozrodzie swni, oraz dysponowania różnymi „narzędziami” pozwala-

jącymi na ograniczenie tego niekorzystnego z punktu widzenia efektywności produkcji zjawiska, problem ten w globalnej skali nie został rozwiązany. Problemem wciąż pozostaje pełne wyjaśnienie fizjologicznych mechanizmów determinujących to wieloczynnikowe zjawisko, bez którego nie ma możliwości w pełni skutecznego zastosowania metod prewencji lub naprawy. Natężenie problemu jest zróżnicowane i zależne przede wszystkim od świadomości hodowców i producentów, ich wiedzy na temat sposobów pozwalających na niwelowanie niekorzystnych zjawisk oraz kompetencji i determinacji w tym zakresie. Pierwszym krokiem jak zawsze jest obiektywna ocena sytuacji. Jej oceny dokonać można wyłącznie poprzez szczegółową analizę dokumentacji produkcji.

Piśmiennictwo

- Almond G. W.: Factors affecting the reproductive performance of the weaned sows. *Vet. Clin. North Anim. Pract.* 1992, 8, 503-515.
- Auvigne V., Leneveu P., Jehanin C., Peltoniemi O., Salle E.: Seasonal infertility in sows: a five years field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology* 2010, 74, 6-60.
- Bajena M., Iwanina M., Kondracki S.: Wpływ czynników środowiskowych na jakość knurów inseminacyjnych. *Wiadomości Zoot.* 2003, 2, 78-86.
- Bertoldo M., Halyoake P., Evans G., Grupen C.: Follicular progesterone levels decrease during the period of seasonal infertility in sows. *Reprod. Domestic Anim.* 2011, 46, 489-494.
- Bertoldo M., Halyoake P., Evans G., Grupen C.: Seasonal variation in the ovarian function in sows. *Reprod. Fertil. Dev.* 2012, 24, 822-834.
- Black L.: Lactation in the sows during heat stress. *Livest. Prod. Sci.* 1993, 25, 153-170.
- Ciereszko A., Ottobre J. S., Glogowski J.: Effects of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. *Anim. Reprod. Sci.* 2000, 1-2, 89-96.
- Claus R., Scopper D., Weiler U.: Photoperiod influence on reproductive at domestic pigs. Light influences on testicular steroids in peripheral blood plasma. *Zbl. Vet. Med.* 1988, 32, 86-98.
- Einarsson S., Brandt Y., Lundheim N., Madej A.: Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Vet. Scand.* 2008, 50, 48-52.
- Flis M., Grela E., Gugala D., Rataj B.: Sezonowość rozrodo i charakterystyka masy tuszy dzików pozyskanych na Wyżynie Lubelskiej. *Med. Weter.* 2018, 74, 477-480.
- Gourdine J., Bidanel J., Noblet J., Remaudeau D.: Effects of season and breed on feeding behavior of multiparous lactating sows in tropical humid climate. *J. Anim. Sci.* 2006, 84, 469-480.
- Guo Z., Liu D., Fu B.: Effect of heat stress on piglet production performance parameters. *Trop. Anim. Health Prod.* 2018, 50, 1203-1208.
- Karsh F. J., Goodman R. L., Legan S.: Feedback basis of seasonal breeding: test of an hypothesis. *J. Reprod. Fertil.* 1980, 58, 521-535.
- Kawęcka A., Dłużak Z., Pietruszka A., Delikator B.: Użytkowość rozplodowa loch w zależności od sezonu oraz metody ich krycia lub inseminacji. *Acta Sci. Pol. Zootechnica.* 2007, 6, 29-39.
- Kondracki S., Antolik A., Zwierz B.: Cechy nasienia knurów w zależności od pory roku. *Rocz. Nauk Zootech.* 1997, 24, 67-76.
- Kozdrowski R., Dubiel A.: Biologia rozrodo dzika. *Med. Weter.* 2004, 60, 1251-1253.
- Kozdrowski R., Dubiel A.: The effect of season on the properties of wild boar. *Anim. Reprod. Sci.* 2004, 80, 281-289.
- Love R. J.: Seasonal infertility in pigs. *Vet. Rec.* 1981, 109, 407-409.
- Li H., Li K., Zhang K., Li Y., Gu H., Liu H., Yang Z., Cai D.: The circadian physiology: implications in livestock health. *International Journal of Molecular Sciences* 2021, 22, 2111.
- Lucy M. C., Safranski T.: Heat stress in pregnant sows. Thermal respons and subsequent performance of sow and their offspring. *Mol. Reprod. Dev.* 2017, 84, 946-956.
- Macchi E., Starvaggi., Cucuzza P., Badino R., Odore F., Bevilacqua A., Malfatti C.: Seasonality of reproduction in wild boar (*Sus scrofa*) assessed by fecal and plasmatic steroids. *Theriogenology* 2010, 73, 1230-1237.
- Madej A., Lang A., Brandy Y., Kindahl H., Madsen M. T., Einarsson S.: Factors regulating ovarian function in pigs. *Domestic Animal Endocrinology* 2005, 29, 347-361.
- Malmkwist J., Pedersen C. J., Kammersgaard T., Jorgensen E.: Influence of thermal environment on sows around farrowing and during lactation period. *J. Anim. Sci.* 2022, 90, 3186-3199.
- Peltoniemi O., Heinonen M., Leppavuori A., Love R.: Seasonal effects on reproduction in the domestic sows in Finland – a herd record study. *Acta Vet. Scand.* 1999, 40, 133-144.
- Peltoniemi O., Love R. J., Heinonen M., Tuovinen V., Saloniemä H.: Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. *Animal Reprod. Sci.* 1995, 55, 47-61.
- Peltoniemi O., Tast A., Love R.: Factors effecting reproduction In the pig: seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow. *Anim. Reprod. Sci.* 2000, 60, 173-184.
- Peltoniemi O., Virolainen A.: Seasonality of reproduction in gilts and sows. *Soc. Fertil. Suppl.* 2006, 62, 205-218.
- Rensis F. De, Zięcik A., Kirkwood R.: Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology* 2017, 96, 111-117.
- Rauw W. M., de la Pena E. M., Gomez-Raya L., Garcia Cortez L. A., Ciruelos J. J., Izquierdo E. G.: Impact of environmental temperature on production traits in pigs. *Scientific Reports* 2020, 10, 2106.
- Schwarz T., Kopyra M., Nowicki J.: Physiological mechanisms of ovarian follicular growth in pigs – a review. *Acta Vet. Hungarica* 2008, 56, 369-378.
- Schwarz T., Malopolska M., Nowicki J., Tuz R., Lazić S., Kopyra M., Bartlewski P. M.: Effects of individual versus group housing system during the weaning-to-estrus interval on reproductive performance of sows. *Animal* 2021, 15, 100-122.
- Schwarz T., Nowicki J., Tuz R., Bartlewski P. M.: The influence of azaperone treatment at weaning on reproductive performance of sows: altering effects of season and parity. *Animal* 2018, 12, 303-311.
- Schwarz T., Wierchoś E.: Wzrost pęcherzyków jajnikowych kóz w okresach przejściowych między sezonem rozrodczym i spoczynkiem płciowym. *Med. Weter.* 2004, 60, 877-879.
- Schwarz T., Zięcik A. J., Murawski M., Nowicki J., Tuz R., Baker B., Bartlewski P.: The influence of azaperone treatment at weaning on reproductive functions in sows: ovarian activity and endocrine profiles during the weaning-to-ovulation interval. *Animal* 2018, 12, 2089-2097.
- Staweta R., Strzeżek J.: Pora roku a właściwości biologiczne konserwowanego nasienia knura. *Med. Weter.* 1994, 10, 619-621.
- Tantasuparuk W., Lundeheim N., Dalin A., Kunavongkrit A., Einarsson S.: Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology* 2000, 54, 481-496.
- Tantasuparuk W., Techakumphu M., Dornin S.: Relationships between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts. *Theriogenology* 2005, 63, 1142-1148.
- Tast A., Hällö O., Ahlström S., Andersson H., Love R. J., Peltoniemi O.: Seasonal alterations in circadian melatonin rhythms of the European wild boar and domestic gilt. *J. Pineal Res.* 2001, 30, 43-49.
- Tast A., Love R. J., Clarke I. J., Evans G.: Effects of active and passive gonadotrophin-releasing hormone immunization on recognition and establishment of pregnancy in pigs. *Reprod. Fertil. Dev.* 2000, 12, 277-282.
- Tast A., Peltoniemi O. A. T., Virolainen J. V., Love R. J.: Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. *Anim. Reprod. Sci.* 2002, 74, 75-86.
- Tummaruk P., Lundeheim N., Einarsson S., Dalin A. M.: Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: I. Seasonal variation and parity influence. *Acta Agric. Scand.* 2000, 50, 205-216.
- Tummaruk P., Tantasuparuk W., Techakumphu M., Kunavongkrit A.: Age, body weight and backfat thickness at first observed oestrus in crossbred Landrace × Yorkshire gilts, seasonal variations and their influence on subsequent reproductive performance. *Animal Reprod. Sci.* 2007, 99, 167-181.
- Turner A. I., Hemsworth P. H., Tilbrook A.: Susceptibility of reproduction in female pigs to impairment by stress and the role of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *J. of Reprod. and Fertil.* 2002, 14, 377-391.
- Węcławicz E.: Badania nad sezonowością rozrodo swn w przemyślewej fermie trzody chlewnej ZZZ Kolbac. Materiały z XVI Sesji Naukowej Sekcji Fizjologii i Patologii Rozrodo oraz Sztucznego Unasienniania. PTNW, Poznań 1977, s. 67-77.
- Wysokińska A., Kondracki S., Kowalewski D., Adamiak A., Muczyńska E.: Effect of seasonal factors on the ejaculate properties of crossbred duroc × pietrain and pietrain × duroc boars as well as purebred duroc and certain boars. *Bull. Vet. Inst. Puławy* 2009, 53, 677-685.
- Zarzyńska J., Zabielski R.: Konsekwencje zmian klimatycznych dla dobrostanu i produkcji zwierzęcej. *Życie Wet.* 2023, 98, 603-612.