

Artykuł przeglądowy

Badanie ultrasonograficzne ciąży u kozy domowej (*Capra hircus*) – przegląd

Natalia Wojtasiak[#], Tomasz Stankiewicz, Jan Udała

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt,
Katedra Biotechnologii Rozrodu Zwierząt i Higieny Środowiska,
ul. Janickiego 29, 71-270 Szczecin

Zastosowanie badania ultrasonograficznego (USG) dla określenia fetometrii zarodkowo-płodowej znalazło szerokie zastosowanie w zarządzaniu reprodukcją kóz. Tkanki, narządy zarodka/płodu są mierzone i oceniane w celu oszacowania wieku ciążowego. Do przeprowadzenia badania USG wykorzystuje się sondy transrektalne, transabdominalne i transwaginalne. Postęp technologiczny, zwłaszcza w odniesieniu do rozdzielczości obrazu USG, umożliwia precyzyjną wizualizację struktur zarodkowo-płodowych u kóz. W artykule dokonano przeglądu stosowanych pomiarów fetometrycznych w badaniu ultrasonograficznym ciąży u kóz. Wykonanie tego badania w poszczególnych okresach ciąży umożliwia skuteczne monitorowanie wzrostu i rozwoju zarodka/płodu. Oprócz pomiarów struktur zarodkowo-płodowych istotne są również pomiary struktur płodowo-matczynych, takich jak łożyszcza i pępowina. Podkreślono także znaczenie ultrasonografii w monitorowaniu ciąży kóz, zarówno prawidłowej, jak i patologicznej.

SŁOWA KLUCZOWE: badanie ultrasonograficzne, fetometria zarodkowo-płodowa, ciąża, koza

Przez ostatnie lata ultrasonografia stała się jedną z podstawowych technik obrazowania wykorzystywaną w zarządzaniu reprodukcją u małych przeżuwaczy. Jest ona preferowanym narzędziem diagnostycznym ponieważ jest relatywnie nieskomplikowaną i nieinwazyjną techniką (Erdogan, 2012). Głównymi praktycznymi zastosowaniami ultrasonografii w rozrodzie małych przeżuwaczy jest przede wszystkim potwierdzenie skuteczności pokrycia i obecność ciąży oraz przeprowadzenie precyzyjnych pomiarów biometrycznych określanych jako fetometria zarodkowo-płodowa (Santos i in., 2007; Karen i in., 2009;

[#]Autor korespondencyjny e-mail: wojtasiak1natalia@gmail.com

Wpłynęło do Redakcji: 2.03.2020

Przyjęto do druku: 5.05.2020

Samir i in., 2016). Dostępne doniesienia z tego zakresu opisują tę diagnostykę obrazową jako jeden z ważniejszych elementów monitorowania przebiegu ciąży u kóz (Padilla-Rivas i in., 2005; Raja-Khalif i in., 2014). Możliwości jakie ona oferuje sprawiają, że jest to cenna i praktyczna metoda monitorowania rozwoju zarodka i płodu u większości ssaków, w tym u kóz. W niniejszej pracy przedstawiono aktualny przegląd stosowanych obecnie ultrasonograficznych pomiarów struktur embrionalnych i płodowych oraz możliwości ich praktycznego wykorzystania w monitorowaniu przebiegu ciąży u kóz.

Badanie ultrasonograficzne ciąży u kóz – najważniejsze parametry biometrii zarodkowo-płodowej

Badanie ultrasonograficzne pozwala ustalić wiek ciąży (ang. *gestational age* – GA) w odniesieniu do rozwoju płodu i tym samym określić termin porodu (Karen i in., 2009; Raja-Ili Airina i in., 2011). U kóz obrazowanie ultrasonograficzne w celu wykonania pomiarów biometrycznych płodu stosuje się głównie do oceny wieku ciążowego (Padilla-Rivas i in., 2005; Raja-Ili Airina i in., 2011; Yazici i in., 2018). Fetometria ultrasonograficzna polega na pomiarze wybranych struktur anatomicznych macicy i zarodka/płodu, a także na ocenie wzrostu płodu w kolejnych etapach ciąży.

Pomiary fetometryczne obejmują następujące parametry:

- średnicę światła macicy (ang. *uterine lumen diameter*) – ULD (Karadaev i in., 2016);
- długość ciemieniowo-siedzeniową (ang. *crown-rump length*) – CRL (Kumar i in., 2015b; Rasheed, 2017);
- średnicę tułowia płodu (ang. *trunk diameter*) – TD (Kumar i in., 2015b);
- średnicę dwuciemieniową (ang. *biparietal diameter*) – BPD (Roukbi, 2013);
- średnicę oczodołu płodu (ang. *foetal orbit diameter*) – OD (Kandiel i in., 2015);
- długą oś serca (ang. *heart longitudinal (long) axis*) – HLA (Karadaev i in., 2016);
- krótką oś serca (ang. *heart transverse (short) axis*) – HTA (Lee i in., 2005; Karadaev i in., 2016);
- tętno płodu (ang. *foetal heart rate*) – FHR (Karen i in., 2009; Karadaev i in., 2016);
- średnicę klatki piersiowej (ang. *chest diameter*) – CD (Kandiel i in., 2015);
- długość kości udowej (ang. *femur length*) – FemL (Kandiel i in., 2015; Zongo i in., 2018);
- długość kości piszczelowej (ang. *tibia length*) – TL (Kandiel i in., 2015; Zongo i in., 2018);
- długość kości ramiennej (ang. *humerus length*) – HL (Abdelghafar i in., 2012);
- długość sześciu kręgów piersiowych (ang. *length of six thoracic vertebrae*) – L6TV (Kandiel i in., 2015);
- długość sześciu kręgów lędźwiowych (ang. *length of six lumbar vertebrae*) – L6LV (Kandiel i in., 2015);
- długość potyliczno-nosową (ang. *occipitonasal length*) – ONL (Kandiel i in., 2015);
- wewnętrzną średnicę łożyszczy (ang. *inner placentome diameter*) – IPD (Karadaev i in., 2016);
- zewnętrzną średnicę łożyszczy (ang. *outer placentome diameter*) – OPD (Roukbi, 2013);
- średnicę pępowiny i naczyń pępowinowych (ang. *umbilical cord diameter*) – UCD (Lee i in., 2005);
- średnicę aorty (ang. *aortic diameter*) – AD (Karadaev i in., 2018).

Przygotowanie samicy i techniki badania ultrasonograficznego

Wczesne wykrywanie ciąży u kóz wykonuje się za pomocą ultrasonografii w trybie B czasu rzeczywistego (ang. *Brightness Mode* – B-Mode). Obecność w macicy jaja płodowego z zarodkiem i wodami płodowymi oraz obserwacja pracy serca zarodka jest jednoznacznym potwierdzeniem ciąży w obrazowaniu USG w tym okresie (Raja-Ili Airina i in., 2011; Samir i in., 2016; Anya i in., 2017). Ultrasonografia w trybie B przedstawia swoistą dla poszczególnych struktur zarodkowo-płodowych echogeniczność w postaci obrazów o odpowiednio ciemniejszych lub jaśniejszych obszarach (Kharche i Kouamo, 2015). Stosowane we wczesnej diagnozie ciąży wysokoczęstotliwościowe sondy liniowe umożliwiają w badaniu transrektalnym precyzyjne zobrazowanie poszczególnych parametrów fetometrycznych (Kumar i in., 2015a). U kóz fetometrię ultrasonograficzną można wykonać używając głowic transrektalnych generujących fale ultradźwiękowe o częstotliwości od 5 do 10 MHz (Kumar i in., 2015a). Stosowane są również w tym zakresie sondy transabdominalne (przezbrzuszne) o częstotliwościach od 3,5 do 5 MHz (Raja-Ili Airina i in., 2011; Samir i in., 2016) oraz sondy transwaginalne (przezpochwowe) o częstotliwościach od 5 do 7,5 MHz (Koker i in., 2012, Philip i in., 2017). Podczas wykonywania badania USG ciężarne samice mogą być w pozycji stojącej (Koker i in., 2012), siedzącej lub leżącej na grzbiecie (Vinoles-Gil i in., 2010). Wykonując badanie z użyciem sondy transrektalnej w pierwszej kolejności należy usunąć kał z odbytnicy, a następnie wprowadzić do niego pokrytą żelą sondę USG. Badanie wykonywane jest poprzez odpowiednie przyłożenie głowicy do momentu uwidocznienia pęcherza moczowego. Wówczas na obrazie USG rogi macicy ukazują się w pozycji doczaszkowej. Następnie przesuwając sondę do przodu i do tyłu oraz obracając ją o 90° w prawo i lewo można dokonać analizy ultrasonograficznej pozostałych elementów układu rozrodczego kóz (Raja-Khalif i in., 2014; Samir i in., 2016).

W celu przeprowadzenia badania USG techniką przezbrzuszną należy przyciąć sierść kozy na powierzchni 100-200 cm² po prawej stronie tuż nad podbrzuszem. Można wówczas wykonać badanie, prowadząc głowicę przyłożoną do tak przygotowanego obszaru skóry ciężarnej samicy (Suguna i in., 2008).

Przezpochwowe badanie ultrasonograficzne u kóz przeprowadza się zazwyczaj w pozycji stojącej. Podobnie jak w przedstawionych powyżej technikach badania USG, tak i w tym przypadku sondę pokrywa się żelą ultradźwiękowym i delikatnie wprowadza do pochwy. W pierwszej kolejności głowicę ustawia się pod kątem 45° do grzbietu, a następnie do przodu w kierunku doczaszkowym. Wykonując w dalszej kolejności obroty głowicy o 90° wizualizuje się układ rozrodczy kozy. W celu zoptymalizowania obrazu USG dopuszcza się na delikatne uniesienie ściany brzucha samicy (Koker i in., 2012; Philip i in., 2017).

Ultrasonograficzne cechy biometryczne zarodka i płodu u kóz

Wiek ciążowy szacuje się na podstawie pomiarów struktur zarodkowych oraz płodowych uzyskanych z obrazów ultrasonograficznych. Określanie wieku ciążowego fetometrią ultrasonograficzną stało się przydatną metodą w zarządzaniu rozrodem kóz, zwłaszcza gdy nie jest znana dokładna data krycia (Kandiel i in., 2015; Samir i in., 2016; Jones i Reed, 2017). Zależnie od etapu ciąży, można zobrazować i dokonywać pomiarów różnych parametrów fetometrycznych.

U kóz ciąży trwa około 150 dni i można w niej wyróżnić trzy trymestry. Pierwszy trymestr trwa do 49. dnia ciąży, drugi od 50. do 100. dnia ciąży, a trzeci trymestr rozpoczyna się w 101. dniu ciąży (Karadaev i in., 2018). Na obrazie ultrasonograficznym ciążę potwierdza się obecnością w macicy bezechowego płynu owodniowego w jaju płodowym oraz hiperechogenicznego zarodka (Suguna i in., 2008; Raja-Ili Airina i in., 2011; Raja-Khalif i in., 2014).

Niekiedy też możliwe jest uwidocznienie pracy serca zarodka i wykonanie jego pomiarów biometrycznych (Raja-Ili Airina i in., 2011; Mali i in., 2019). U kóz takie badanie można przeprowadzić od 21. dnia ciąży (Suguna i in., 2008), a według niektórych autorów już w 15. dniu ciąży (Yazici i in., 2018).

Średnica światła macicy

Średnica światła macicy jest jednym z pierwszych pomiarów fetometrycznych wykonywanych podczas badania położniczego u kóz. Jej pomiar można wykonać od 21. dnia ciąży do końca pierwszego trymestru (Karadaev i in., 2016). Takie badanie wykonuje się poprzez wyznaczenie na obrazie USG maksymalnej poprzecznej średnicy macicy (Martinez i in., 1998). W późniejszych etapach ciąży średnica światła macicy mierzona jest w obszarze zarodka (Karadaev i in., 2016; Karadaev i in., 2018).

Długość ciemieniowo-siedzeniowa

W początkowych etapach ciąży struktury zarodka nie są jeszcze zróżnicowane. W takim przypadku długość ciemieniowo-siedzeniową (CRL) ustala się jako długość całego zarodka/płodu (Karadaev i in., 2018). W późniejszych etapach rozwoju ciąży CRL jest mierzona od szczytowej części czaszki płodu do końca jego kości krzyżowej (Abdelghafar i in., 2007; Roukbi, 2013; Pati i in., 2016). W pozycji zakrzywionej płodu długość ciemieniowo-siedzeniową mierzy się w pierwszej kolejności od głowy do serca, a następnie od serca do końca kości krzyżowej (Abdelghafar i in., 2011; Karadaev i in., 2018). Pomiar CRL u kóz można wykonać od 21. do 49. dnia ciąży (Karadaev i in., 2018). Niektórzy autorzy wykazali jednak możliwość oznaczenia tego wskaźnika płodu koziego już w 19. dniu ciąży oraz w późniejszych etapach rozwoju płodowego sięgającego nawet 75. dnia ciąży (Kuru i in., 2018). W tabeli 1. przedstawiono pomiary CRL u kóz wykonane w różnych okresach ciąży.

Pomiar dwuciemieniowy, średnicy oczodołu oraz długości potyliczno-nosowej

Podczas badania USG w pierwszym trymestrze ciąży u kóz możliwe jest również określenie wymiaru dwuciemieniowego główki płodu (BPD). Na obrazie ultrasonograficznym ta struktura powinna być uwidoczniiona w przekroju poprzecznym, ponieważ symetria głowy płodu w takiej projekcji obrazowania jest niezbędna dla uzyskania dokładnego i wiarygodnego pomiaru (Lee i in., 2005). Pomiar BPD wykonuje się na uwidocznionym zamkniętym konturze czaszki oraz dobrze uwidocznionych obu oczodołach (Lee i in., 2005). W następnej kolejności długość BPD mierzy się od zewnętrznej do wewnętrznej powierzchni górnej części czaszki (Amer, 2008; Karadaev i in., 2018). W obrazie ultrasonograficznym głowy płodu, oprócz określenia wymiaru dwuciemieniowego, możliwy jest pomiar średnicy oczodołu (OD) i długości potyliczno-nosowej (ONL). Dokładny pomiar oczodołu płodu wymaga bocznej wizualizacji głowy, tak aby orbita oka widoczna była na obrazie USG

Tabela 1 – Table 1

Długość ciemieniowo-siedzeniowa określona w badaniu USG w pierwszym i drugim trymestrze ciąży u kóz różnych ras

Crown-rump length determined by ultrasound in the first and second trimester of pregnancy in goats of different breeds

Dzień ciąży Day of gestation	Długość ciemieniowo-siedzeniowa Crown-rump length (mm)	Rasa Breed	Autor Author
19	5,3	anglonubijska Anglo-Nubian	Martinez i in., 1998
21	4,8	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2018
	5,2	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
	7	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
25	12	damasceńska Damascus	Karen i in., 2009
30	16	gurcu Gürcü	Kuru i in., 2018
	17	abaza Abaza	
35	23	saaneńska Saanen	Abdelghafar i in., 2011
	27,82	osmanabadi Osmanabadi	Pati i in., 2016
37	33	jamnapari Jamnapari	Abubakar i in., 2016
40	35,9	damasceńska Damascus	Amer, 2008
46	34,4	saaneńska Saanen	Abdelghafar i in., 2007
60	65	abaza	Kuru i in., 2018
	72	Abaza gurcu Gürcü	
75	92	abaza	Kuru i in., 2018
	99	Abaza gurcu Gürcü	

w postaci sferycznej struktury z wyraźnym zamkniętym konturem hiperechogenicznym (Lee i in., 2005; Nwaogu i in., 2010; Karadaev i in., 2018). Z kolei długość potyliczno-nosową ustala się jako odległość między grzbietem głowy a czubkiem nosa (Yazici i in., 2018). Długość BPD (tab. 2) u kóz można określić od 30. dnia ciąży (Karen i in., 2009), natomiast długość ONL od 37. dnia ciąży (Yazici i in., 2018). Średnicę oczodołu w płodach kozich można określić zazwyczaj około 49. dnia ciąży (Karadaev i in., 2016), aczkolwiek niektórzy autorzy wskazują na możliwość wcześniejszego zobrazowania (Kandiel i in., 2015; Yazici i in., 2018). Różnice czasowe umożliwiające wykonanie pomiarów OD mogą wynikać ze specyfiki poszczególnych ras kóz (tab. 2).

Tabela 2 – Table 2

Długość dwuciemieniowa, potyliczno-nosowa oraz średnica oczodołu płodu określona w badaniu USG w pierwszym i drugim trymestrze ciąży u kóz różnych ras

Biparietal diameter, occipitonasal length and orbit diameter of the foetus determined by ultrasound in the first and second trimester of pregnancy in goats of different breeds

Parametry biometryczne płodu Foetal biometric parameter	Dzień ciąży Day of gestation	Wymiar Measurement (mm)	Rasa Breed	Autor Author
BPD	37	7	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	40	11,9	damasceńska Damascus	Amer, 2008
	42	9,4	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
		9,9	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2018
	46	11,6	saaneńska Saanen	Abdelghafar i in., 2007
	57	20	sokoto Sokoto	Nwaogu i in., 2010
OD	42	3	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
	44	4	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	49	6,5	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
		6,4	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2018
	57	6	sokoto Sokoto	Nwaogu i in., 2010
	60	9,5	koreańska czarna Korean Black	Lee i in., 2005
ONL	37	10	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	42	13,37	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
	57	5	sokoto Sokoto	Nwaogu i in., 2010

BPD – długość dwuciemieniowa płodu; OD – średnica oczodołu płodu; ONL – długość potyliczno-nosowa płodu
BPD – biparietal diameter; OD – orbit diameter; ONL – occipitonasal length

Średnica tułowia i klatki piersiowej płodu

Podczas badania USG ciąży u kóz analizuje się również tułów płodu (tab. 3). Jego średnicę (TD) ustala się w obrazowaniu bocznym, jako maksymalną długość mierzoną od kręgosłupa przez trawieniec do ściany brzucha (Karadaev i in., 2016; Karadaev i in., 2018). Z kolei Kandiel i in. (2015) średnicę tułowia określają jako średnicę mierzoną na wysokości żołądka i wątroby lub wejścia pępowiny do płodu. Na obrazie ultrasonogra-

ficznym pomiar TD u kóz wykonuje się w obrazowaniu poprzecznym lub strzałkowym (Gosselin i in., 2018). Pierwszy pomiar TD można wykonać od 28. dnia ciąży (Karadaev i in., 2016).

Klatka piersiowa jest kolejnym elementem badania USG płodu u kóz. Jej średnicę (CD) określa się jako odległość między brzuszną i grzbietową granicą jamy klatki piersiowej, na wysokości środka serca (Kandiel i in., 2015). Pomiar CD można wykonać od 37. dnia ciąży (Yazici i in., 2018).

Tabela 3 – Table 3

Średnica tułowia i klatki piersiowej określona w badaniu USG w pierwszym trymestrze ciąży u kóz różnych ras

Diameter of the trunk and chest determined by ultrasound in the first trimester of pregnancy in goats of different breeds

Parametry biometryczne płodu Foetal biometric parameter	Dzień ciąży Day of gestation	Wymiar Measurement (mm)	Rasa Breed	Autor Author
TD	28	6,8	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
		7,1	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2018
	40	12	damasceńska Damascus	Karen i in., 2009
	42	16,32	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
CD	37	10	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	4	10,93	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015

TD – średnica tułowia; CD – średnica klaki piersiowej

TD – trunk diameter; CD – chest diameter

Tętno płodu oraz krótka i długa oś serca

Wraz z rozwojem ciąży obserwuje się zmiany w echogeniczności serca zarodka/płodu. Zmiany te można zaobserwować na podstawie zróżnicowanej skali szarości, typowej dla obrazowania USG w trybie B, poszczególnych struktur tworzących serce zarodka/płodu (Raja-Ili Airina i in., 2011). Do 30. dnia ciąży serce płodu cechuje się intensywną echogenicznością, co na obrazie USG prezentowane jest w wyrazistym białym kolorze. Między 4. a 8. tygodniem echogeniczność tego narządu ulega obniżeniu, co uwidacznia się w biało-szarych barwach obrazów USG. Pomiędzy 8. a 12. tygodniem ciąży u kóz serce płodu ma wyraźnie zarysowany kształt o szarym kolorze. Natomiast od 12. do 16. tygodnia jest koloru szaro-czarnego, a około 21. tygodnia prezentuje się na obrazach USG w kolorze czarnym (Raja-Ili Airina i in., 2011). Jak podają Anya i in. (2017), u kóz pierwsze zobrazowanie pracy serca zarodka możliwe

jest od 23. dnia ciąży, a pomiar częstotliwości jego uderzeń możliwy jest od 25. dnia ciąży (Karen i in., 2009). W tym przypadku stosuje się jednocześnie zapisy w trybie M (ang. *Motion mode*). W tej technice początek lub częściej szczyt skurczu służy jako pośredni znacznik czasu odpowiedniego zdarzenia elektrycznego (Dancea i in., 2000). W związku z tym tętno (FHR) mierzone jest jako odległość między falami skurczowymi, a następnie obliczane automatycznie przez oprogramowanie aparatu ultrasonograficznego (Karadaev i in., 2016).

Długą i krótką oś serca płodu (tab. 4) należy mierzyć w stanie dystolicznym, w czasie gdy płód nie wykonuje ruchów własnych. Wykonanie pomiaru odbywa się w przekroju poprzecznym i w widoku czterokomorowym serca (Lee i in., 2005). Pomiar długiej i krótkiej osi serca możliwy jest od 42. dnia ciąży (Karen i in., 2009).

Tabela 4 – Table 4

Długa i krótka oś serca określona w badaniu USG w pierwszym i drugim trymestrze ciąży u kóz

Longitudinal and transverse axis of the heart determined by ultrasound in the first and second trimester of pregnancy in goats

Parametry biometryczne płodu Foetal biometric parameter	Dzień ciąży Day of gestation	Wymiar Measurement (mm)	Rasa Breed	Autor Author
HTA	42	3	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
	44	3	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	49	4,4	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
	60	7,4	koreańska czarna Korean Black	Lee i in., 2005
HLA	42	5	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
	49	6,1	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
	60	10,4	koreańska czarna Korean Black	Lee i in., 2005

HTA – krótka oś serca; HLA – długa oś serca

HTA – Transverse axis of heart; HLA – Longitudinal axis of heart

Długość kości udowej, piszczelowej i ramiennej

W drugim trymestrze ciąży u kóz badaniu USG podlegają kolejne struktury anatomiczne płodu. W tym czasie możliwe jest określenie długości kości udowej (FemL) i piszczelowej (TL). Na obrazie ultrasonograficznym kończyny płodu powinny być widoczne w przekroju podłużnym, tak aby można było wykonać pomiar od jednego końca trzonu kości udowej i piszczelowej do drugiego końca trzonu (Kandiel i in., 2015). Do wy-

konania pomiarów długości kości ramiennej (HL) pomocne jest zobrazowanie serca i łopatki płodu. Pomiar kości ramiennej wykonuje się wówczas zgodnie ze strefami intensywnego zwapnienia (Abdelghafar i in., 2012). Pierwsze pomiary FemL, TL i HL w płodach kozich można wykonać od 56. dnia ciąży (Abdelghafar i in., 2012; Kandiel i in., 2015).

Również od 8. tygodnia ciąży u kóz, wykonując fetometrię ultrasonograficzną, można zmierzyć długość sześciu kręgów piersiowych i sześciu kręgów lędźwiowych (Kandiel i in., 2015).

Średnica pępowiny i aorty płodowej

Fetometria ultrasonograficzna obejmuje również pomiary średnicy pępowiny (tab. 5) i naczyń pępowinowych (Lee i in., 2005). U kóz naczynia pępowinowe reprezentowane są przez dwie tętnice i dwie żyły pępowinowe (Kumar i in., 2015c; Elmetwally i Meinecke-Tillmann, 2018). Pomiar UCD wykonuje się, gdy pępowina jest widoczna na obrazie ultrasonograficznym w tym samym czasie co płód. Średnicę pępowiny można zmierzyć w dwóch miejscach: w miejscu wejścia pępowiny do płodu i w centymetrowej odległości od wejścia pępowiny do płodu (Lee i in., 2005; Yazici i in., 2018).

Tabela 5 – Table 5

Średnica pępowiny i aorty określona w badaniu USG w pierwszym i drugim trymestrze ciąży u kóz różnych ras

Diameter of the umbilical cord and aorta determined by ultrasound in the first and second trimester of pregnancy in goats of different breeds

Parametry biometryczne płodu Foetal biometric parameter	Dzień ciąży Day of gestation	Wymiar Measurement (mm)	Rasa Breed	Autor Author
UCD	30	2,5	damasceńska Damascus	Karen i in., 2009
	42	3,18	shiba Shiba	Kandiel i in., 2015
	51	3,8	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	56	6	saaneńska Saanen	Abdelghafar i in., 2011
	57	4	red sokoto Red Sokoto	Nwaogu i in., 2010
	60	3,4	koreańska czarna Korean Black	Lee i in., 2005
AD	60	2,2	koreańska czarna Korean Black	Lee i in., 2005
	77	3,2	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2018

UCD – średnica pępowiny; AD – średnica aorty

UCD – umbilical cord diameter; AD – aortic diameter

Z kolei naczyńia pępowinowe powinny być mierzone w projekcji prostopadłej pępowiny (przy maksymalnym powiększeniu) oraz w najbliższym położeniu pępowiny przy płodzie. W ten sposób uwzględnione zostają różnice w średnicy występujące na całej długości pępowiny (Lee i in., 2005; Kandiel i in., 2015). Pierwsze pomiary pępowiny można wykonywać od 30. dnia ciąży (Karen i in., 2009).

U kóz między 60. a 135. dniem ciąży możliwy jest pomiar średnicy aorty płodowej (tab. 5). Pomiar wykonuje się w przekroju poprzecznym aorty płodowej, wzdłuż osi podłużnej lewej komory serca, w czasie gdy płód nie wykonuje ruchów własnych (Lee i in., 2005; Karadaev i in., 2018).

W ultrasonograficznym badaniu rozwoju ciąży, poza określeniem cech biometrycznych zarodków i płodów, bardzo ważne jest także wykonanie precyzyjnych pomiarów dotyczących tzw. struktur pozapłodowych. Łożysko jest tym narządem, który powinien być analizowany w celu oceny prawidłowego przebiegu ciąży.

U ciężarnych kóz łożysko postrzegane jest jako wklęsła struktura o okrągłym kształcie. Na obrazie USG, w zależności od płaszczyzny obrazowania, uwidacznia się jako szary obraz w kształcie liter C lub O (Rasheed, 2016). Jest to charakterystyczny obraz przypisany łożyszczom, których rozmiar w badaniu USG określa się poprzez pomiar dwóch średnic. Pierwszą z nich jest zewnętrzna średnica łożyszcza między jego

Tabela 6 – Table 6

Średnica łożyszczy określona w badaniu USG w pierwszym i drugim trymestrze ciąży u kóz różnych ras
Diameter of the placentomes determined by ultrasound in the first and second trimester of pregnancy in goats of different breeds

Parametry biometryczne płodu Foetal biometric parameter	Dzień ciąży Day of gestation	Wymiar Measurement (mm)	Rasa Breed	Autor Author
OPD	27	3	damasceńska Damascus	Roukbi, 2013
	30	4	saaneńska Saanen	Yazici i in., 2018
	35	7,5	saaneńska Saanen	Rasheed, 2016
	42	9,3	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
	57	14	sokoto Sokoto	Nwaogu i in., 2010
	60	14,7	koreańska czarna Korean Black	Lee i in., 2005
IPD	42	3,8	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2016
		3,5	bułgarska Bulgarian	Karadaev i in., 2018

OPD – zewnętrzna średnica placentomów; IPD – wewnętrzna średnica placentomów
OPD – outer placentome diameter; IPD – inner placentome diameter

dwoma najbardziej dystalnymi częściami (Nwaogu i in., 2010; Karadaev i in., 2016), natomiast wewnętrzna średnica znajduje się w bezechowej części łożyszcza (Karadaev i in., 2016). Aby uzyskane pomiary były precyzyjne należy dokonać pomiarów łożyszczy zlokalizowanych w okolicy płodu oraz stosować średnią wartość arytmetyczną pomiarów (Lee i in., 2005; Karadaev i in., 2018). U kóz pierwsze pomiary średnic łożyszczy można wykonywać od około 30. dnia ciąży (Roukbi, 2013; Rasheed, 2016; Yazici i in., 2018) – tabela 6.

Podsumowanie

Uwzględniając przedstawione informacje należy stwierdzić, że ultrasonografia jest pomocnym narzędziem diagnostycznym stosowanym w zarządzaniu reprodukcją u kóz. Wykorzystując w badaniu USG wysokoczęstotliwościowe sondy liniowe można potwierdzić ciążę już na wczesnym etapie jej rozwoju. Najwięcej pomiarów biometrycznych płodu można wykonać we wczesnym i środkowym okresie ciąży.

Wdrożenie tej techniki do praktyki umożliwia wykonanie badań w cyklicznych powtórzeniach u tych samych zarodków/płodów. Jest to istotne dla monitorowania wzrostu i rozwoju struktur zarodkowo-płodowych i pozapłodowych na każdym etapie ciąży, zarówno tej prawidłowej, jak i patologicznej. Dane przedstawione w niniejszej pracy pokazują, że ultrasonografia zapewnia dokładny i nieinwazyjny sposób monitorowania ciąży u kóz. Należy również podkreślić, że postęp technologiczny w zakresie USG wciąż poprawia przede wszystkim rozdzielczość obrazu, co umożliwia dokładniejsze obrazowanie większej liczby szczegółów dotyczących zarodka i płodu koziego, zwłaszcza tych o bardzo małych rozmiarach.

PIŚMIENNICTWO

- Abdelghafar R.M., Ahmed B.H., Bakhiet A.O. (2007). Ultrasonic measurements of crown-rump length and bi parietal diameter to predict gestational age in Saanen goats. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 454–457.
- Abdelghafar R.M., Ahmed B.H., Ibrahim M.T., Mantis P. (2011). Prediction of gestational age by transabdominal real-time ultrasonographic measurements in Saanen goats (*Capra hircus*). *Global Veterinaria*, 6: 346–351.
- Abdelghafar R.M., Ahmed B.H., Abdelrahim M.S., Ibrahim M.T. (2012). The accuracy of gestational age predicted from femur and humerus length in Saanen goat using ultrasonography. *Acta Veterinaria Brno*, 81: 295–299.
- Abubakar F., Kari A., Ismail Z., Rashid B.A., Haruna U.T. (2016). Accuracy of transrectal ultrasonography: in estimating the gestational age of Jamnapari goats. *Malaysian Applied Biology Journal*, 45: 49–54.
- Amer H.A. (2008). Determination of first pregnancy and foetal age using ultrasonic measurements of different foetal parameters in red Sokoto goats (*Capra hircus*). *Veterinaria Italiana*, 44: 429–437.
- Anya K.O., Ekere S.O., Ogwu D.O. (2017). Early pregnancy diagnosis using transabdominal ultrasonography in west African dwarf goats. *Nigerian Veterinary Journal*, 4: 311–318.

- Dancea A., Fouron J.C., Miró J., Skoll A., Lessard M. (2000). Correlation between electrocardiographic and ultrasonographic time-interval measurements in fetal lamb heart. *Pediatric Research*, 47: 324–328.
- Elmetwally M.A., Meinecke-Tillmann S. (2018). Simultaneous umbilical blood flow during normal pregnancy in sheep and goat fetuses using non-invasive colour Doppler ultrasound. *Animal Reproduction*, 15: 148–155.
- Erdogan G. (2012). Ultrasonic assessment during pregnancy in goats – a review. *Reproduction in Domestic Animals*, 47: 157–163.
- Gosselin V.B., Volkmann D.H., Dufour S., Middleton J.R. (2018). Use of ultrasonographic fetometry for the estimation of days to kidding in dairy does. *Theriogenology*, 118: 22–26.
- Jones A.K., Reed S.A. (2017). Benefits of ultrasound scanning during gestation in the small ruminant. *Small Ruminant Research*, 149: 163–171.
- Kandiel M.M.M., Watanabe G., Taya K. (2015). Ultrasonographic assessment of fetal growth in miniature „Shiba” goats (*Capra hircus*). *Animal Reproduction Science*, 162: 1–10.
- Karadaev M., Fasulkov I., Vassilev N., Petrova Y., Tumbey A., Petelov Y. (2016). Ultrasound monitoring of the first trimester of pregnancy in local goats through visualization and measurements of some biometric parameters. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 19: 209–217.
- Karadaev M., Fasulkov I., Stanimir Y., Atanasova S., Vasilev N. (2018). Determination of gestational age through ultrasound measurements of some uterine and foetal parameters in Bulgarian local goats. *Reproduction in Domestic Animals*, 53: 1456–1465.
- Karen A.M., Fattouh E.S.M., Abu-Zeid S.S. (2009). Estimation of gestational age in Egyptian native goats by ultrasonographic fetometry. *Animal Reproduction Science*, 114: 167–174.
- Kharche S.D., Kouamo J. (2015). An overview of pregnancy diagnosis in small ruminants. *Indian Journal of Animal Sciences*, 85: 331–342.
- Koker A., Ince D., Sezik M. (2012). The accuracy of transvaginal ultrasonography for early pregnancy diagnosis in Saanen goats: A pilot study. *Small Ruminant Research*, 105: 277–281.
- Kumar K., Chandolia R.K., Kumar S., Pal M., Kumar S. (2015a). Two-dimensional and three-dimensional ultrasonography for pregnancy diagnosis and antenatal fetal development in Beetal goats. *Veterinary World*, 8: 835–840.
- Kumar K., Chandolia R.K., Kumar S., Pal M., Kumar S., Pandey A.K. (2015b). Prediction of gestational age in beetal goats by ultrasonic fetometry. *Indian Journal of Small Ruminants*, 27: 35–44.
- Kumar K., Chandolia R.K., Kumar S., Jangir T., Luthra R.A., Kumari S., Kumar S. (2015c). Doppler sonography for evaluation of hemodynamic characteristics of fetal umbilicus in Beetal goats. *Veterinary World*, 8: 412–416.
- Kuru M., Oral H., Kulaksiz R. (2018). Determination of gestational age by measuring defined embryonic and foetal indices with ultrasonography in Abaza and Gurcu goats. *Acta Veterinaria Brno*, 87: 357–362.
- Lee Y., Lee O., Cho J., Shin H., Choi Y., Shim Y., Choi W., Shin H., Lee D., Lee G., Shin S. (2005). Ultrasonic measurement of fetal parameters for estimation of gestational age in Korean black goats. *Theriogenology*, 67: 497–502.

- Mali A.B., Amle M.B., Markandeya N.M., Kumawat B.L. (2019). Comparative efficacy of transrectal and transabdominal ultrasonography for early diagnosis of pregnancy and embryonic ageing in goats. *Indian Journal of Small Ruminants*, 25: 171–175.
- Martinez M.F., Bosch P., Bosch R.A. (1998). Determination of early pregnancy and embryonic growth in goats by transrectal ultrasound scanning. *Theriogenology*, 49: 1555–1565.
- Nwaogu I.C., Anya K.O., Agada P.C. (2010). Estimation of foetal age using ultrasonic measurements of different foetal parameters in red Sokoto goats (*Capra hircus*). *Veterinarski Arhiv*, 80: 225–233.
- Padilla-Rivas G.R., Sohnrey B., Holtz W. (2005). Early pregnancy detection by real-time ultrasonography in Boer goats. *Small Ruminant Research* 58: 87–92.
- Pati P., Sahatpure S.K., Patil A.D., Kumar U., Jena B., Nahak A.K., Sharma L.P. (2016). Prediction of gestational age in Osmanabadi goats by ultrasonic measurement of crown-rump length. *The Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology*, 12: 75–78.
- Philip L.M., Abhilash R.S., Francis B.P. (2017). Accuracy of transvaginal ultrasonography for early pregnancy diagnosis in attappady black goats. *Malaysian Journal of Veterinary Research*, 8: 35–41.
- Raja-Ili Airina R.K., Mohad Nizam A.R., Abdullah R.B., Wan-Khadijah W.E. (2011). Using fetal-heart measured from ultrasound scanner images to estimate age of gestation in goat. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10: 2528–2540.
- Raja-Khalif R.I.A., Rahman M.M., Wan-Khadijah W.E., Abdullah R.B. (2014). Pregnancy diagnosis in goats by using two different ultrasound probes. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24: 1026–1031.
- Rasheed Y.M. (2016). Ultrasonic estimation of gestation age in goats via placentome diameter. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, 40: 100–106.
- Rasheed Y.M. (2017). Assessment of gestational age in goats by real-time ultrasound measuring the fetal crown-rump length and bi-parietal diameter. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, 41: 106–112.
- Roukbi M. (2013). The use of ultrasonography for early detection of pregnancy and measurement of some foetal pattern in Damascus goats. *Iraq Journal of Veterinary Sciences*, 27: 35–44.
- Samir H., Karen A., Ashmawy T., Abo-Ahmed M., El-Sayed M., Watanabe G. (2016). Monitoring of embryonic and fetal losses in different breeds of goats using real-time B-mode ultrasonography. *Theriogenology*, 85: 207–215.
- Santos M.H.B., Rabelo M.C., Filho C.R.A., Dezzoti C.H., Reichenbach H.D., Neves J.P., Lima P.F., Oliveira M.A.L. (2007). Accuracy of early fetal sex determination by ultrasonic assessment in goats. *Research in Veterinary Science*, 83: 251–255.
- Suguna K., Mehrotra S., Agarwal S.K., Hoque M., Singh S.K., Shanker U., Sarath T. (2008). Early pregnancy diagnosis and embryonic and fetal development using real time B mode ultrasound in goats. *Small Ruminant Research*, 80: 80–86.
- Vinoles-Gil C., Gonzalez-Bulnes A., Martin G.B., Zlatař F.S., Sale S. (2010). Sheep and Goats. In: DesCoteaux L., Colloton J, Gnemmi G. (eds), *Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography*. Willey-Blackwell, Hong Kong, pp. 181–210.

- Yazici E., Ozenc E., Celik H.A., Ucar M. (2018). Ultrasonographic foetometry and maternal serum progesterone concentrations during pregnancy in Turkish Saanen goats. *Animal Reproduction Science*, 197: 93–105.
- Zongo M., Kimsé M., Kulo E.A., Sanou D. (2018). Fetal growth monitoring using ultrasonographic assessment of femur and tibia in Sahelian goats. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 36: 5763–5768.

Natalia Wojtasiak, Tomasz Stankiewicz, Jan Udała

Ultrasound examination of pregnancy in the domestic goat (*Capra hircus*) – a review

S u m m a r y

Ultrasonography (USG) for embryo-foetal foetometry is widely used in the management of goat breeding. Tissues and organs of the embryo/foetus are measured and evaluated to assess gestational age. Transrectal, transabdominal and transvaginal probes are used to perform the ultrasound examination. Technological advances, especially with regard to ultrasound image resolution, enable precise visualization of embryo-foetal structures in goats. The article reviews the foetometric measurements used in ultrasound examination of pregnancy in goats. Performing this examination during specific periods of gestation enables effective monitoring of embryonic and foetal growth and development. In addition to measurements of embryo-foetal structures, measurements of foetal-maternal structures such as the placentomes and umbilical cord are important as well. The role of ultrasound in monitoring goat pregnancy, both normal and pathological, was also emphasized.

KEY WORDS: ultrasound examination, embryo-foetal foetometry, pregnancy, goat