

Siara jako źródło odporności humoralnej oraz komórkowej dla prosiąt osesków*)

MAŁGORZATA POMORSKA-MÓL, IWONA MARKOWSKA-DANIEL

Zakład Chorób Świń Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego,
al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Pomorska-Mól M., Markowska-Daniel I.

Colostrum as a source of humoral and cellular immunity in newborn piglets

Summary

The way by which immunoglobulins and other components of passive immunity are transmitted to the fetuses and newborns is determined by the structure of the placenta. Because of the epitheliochorial nature of the porcine placenta the maternal immunity is transferred to piglets only with colostrum and milk. In fact, without colostrum piglets are immunologically defenseless. Along with the mammary secretion piglets receive elements of both the humoral immunity (antibodies, cytokines) and cellular immunity (lymphocytes, macrophages, epithelial cells). Immunoglobulins prevalent in colostrum, after their absorption within the first 24-36 hours of life, pass on to the blood and offer systemic immunological protection against pathogens. It seems they play an important role in regulation and active protection, mainly in the digestive tract, during the critical, postnatal period of life. It is probable also the immunological memory could be transmitted from mother to offspring in this way.

Keywords: pigs, colostrum, lactogenic immunity

Układ odpornościowy świń zaczyna rozwijać się we wczesnym okresie życia płodowego. W trakcie rozwoju prenatalnego w jego obrębie zachodzi szereg zmian, które przybliżają go do osiągnięcia kompetencji immunologicznej. Proces dojrzewania układu immunologicznego w okresie ciąży, a zwłaszcza w okresie neonatalnym, nie ogranicza się jedynie do nabywania odporności w stosunku do patogenów, ale obejmuje także dojrzewanie poszczególnych jego elementów (miejscowych i ogólnoustrojowych) oraz uzyskiwanie zdolności do adekwatnego reagowania na różne bodźce zewnętrzne (tolerancja/protekcja) (10).

Prosięta rodzą się wprawdzie immunokompetentne, tzn. zdolne do odpowiedzi immunologicznej, jednak są *de facto* bezbronnie immunologicznie. Do przeżycia w środowisku, gdzie są ekspozowane na czynniki patogene, potrzebują ochrony, którą może zapewnić im matka, poprzez bierne przekazanie przeciwciał i innych elementów regulujących oraz biorących udział w odpowiedzi immunologicznej. Struktura łożyska determinuje drogę, jaką przeciwciała oraz pozostałe elementy odporności biernej są przekazywane płodom lub noworodkom (18). Z uwagi na nabłonkowo-kosmówkowy typ łożyska u świń odporność matczyzna przekazywana jest prosiętom wyłącznie z siarą i mlekiem. Młode prosięta potrzebują biernej ochrony, aż do czasu uzyskania dojrzałości ich układu odpornościowego, kiedy to są w stanie samo-

dzielnie rozwijać pełnowartościową odpowiedź immunologiczną (15, 16, 18).

W piśmiennictwie najwięcej miejsca poświęcono nabywaniu przez noworodki biernej odporności humoralnej, aczkolwiek opublikowano także prace o przekazywaniu tą drogą swoistej odporności komórkowej. Ustalono na przykład, że limfocyty T pochodzące z siary mogą pokonywać barierę jelitową i dostawać się do krążenia ogólnego oraz narządów limfatycznych noworodków (10, 12, 15, 20). Limfocyty te są także potencjalnym źródłem cytokin oraz chemokin, które mogą wywierać regulujący wpływ na komórki prezentujące antygen oraz na swoistą odpowiedź na antygen. Wydzielina gruczołu mlekowego ma więc także właściwości immunoregulacyjne. Siara zawiera dodatkowo szereg innych składników biorących udział w procesach odpornościowych ustroju, jak chociażby cytokiny (np. IL-1, IL-2, czynnik martwicy nowotworu (TNF), interferon γ (INF- γ), lizozym, laktoferyna, peroksydaza, składowe dopełniacza, hormony i inne związki biorące udział głównie w mechanizmach odporności nieswoistej (18, 19). Wymienione substancje uczestniczą w dojrzewaniu zarówno miejscowych, jak i ogólnoustrojowych procesów obronnych oraz indukcji i ukierunkowaniu aktywnej odpowiedzi oseska na antygen (10, 19). Ponadto siara jest bogata w różnego rodzaju komórki, w tym immunologicznie kompetentne, które mogą przeżywać w przewodzie pokarmowym zwierząt i aktywnie uczestniczyć w obronie organizmu noworodka (19).

*) Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2011 jako projekt badawczy nr NN 308 275934.

Odporność humoralna

Immunoglobuliny (Ig) obecne w siarze są szybko wychwytywane przez enterocyty na drodze niespecyficznego pinocytozy (16). Przeciwciała znajdujące się w siarze pochodzą zarówno z surowicy loch, jak i są syntetyzowane w obrębie gruczołu mlekowego, w proporcjach przedstawionych w tab. 1 (15, 18). Ilość siary, jaką otrzymują poszczególne prosięta w miocie, może się wahać od 200 g do 450 g/kg m.c./24 godziny. Taka ilość siary odpowiada mniej więcej 10,4 g IgG/kg m.c./24 godziny (16). Dawka otrzymanej przez prosię siary jest zależna od wielu czynników, wśród których wymienić należy: ilość siary wyprodukowanej przez lochę (co jest związane m.in. z odżywianiem ciężarnej samicy i czasem porodu), wielkość miotu, żywotność prosięcia, kolejność w miocie. Stężenie IgG w siarze loch jest kilkakrotnie wyższe niż w surowicy. Immunoglobulina ta jest dominującą immunoglobuliną siary. Z danych zawartych w tab. 2 wynika, że stężenie IgG oraz pozostałych związków aktywnych w siarze podlega gwałtownym zmianom w czasie do 24 godzin po porodzie (2, 16). Podobnym zmianom, z zauważalną tendencją spadkową, podlega także poziom IgM oraz IgA, jednak zarówno spadek, jak i ich poziom wyjściowy nie są tak wysokie. W przypadku IgM poziom ten wynosi od 3,2 mg/ml w siarze, poprzez 1,8 mg/ml po 24 i 48 godzinach, do 1,2 mg/ml po 72-168 godzinach od porodu (2). Na wyjściowy poziom IgG w siarze może mieć wpływ wiele czynników, m.in. genotyp zwierzęcia czy pora roku. Stwierdzono także różnicę w zawartości przeciwciał w siarze pochodzącej z różnych par sućków (8, 16). Większe stężenie przeciwciał występuje w wydzielinie pochodzącej z doogonowej części gruczołu mlekowego. Jak podaje Rooke i wsp. (17), prosięta są w stanie syntetyzować własne IgG w wieku około 7 dni i stopień tej produkcji jest pozytywnie skorelowany z ilością IgG pobranych z siarą (17). W badaniach przeprowadzonych przez Cukrowską i wsp. (6) wykazano wprawdzie zdolność syntetyzowania przeciwciał już przez 67-dniowe płody, jednak była to analiza wykonana w warunkach eksperymentalnych, kiedy do ekspozycji na antygen dochodziło *in utero*. W naturalnych warunkach prosięta rodzą się z zerowym poziomem IgG w surowicy, co determinowa-

ne jest budową łożyska oraz jałowym zwykle środowiskiem wewnątrzmacicznym (6, 17, 18). Dlatego też niezmiernie istotne jest, by w jak najkrótszym czasie po porodzie otrzymały one odpowiednią dawkę przeciwciał.

Wraz z upływem czasu, w momencie przekształcania siary w mleko dojrzałe, dominującą Ig staje się IgA, która pełni rolę ochronną w przewodzie pokarmowym zwierząt (16, 19). W siarze obecne są również immunoglobuliny wydzielnicze sIgA, zwane także immunoglobulinami śluzowymi. Przeciwciała te są bardzo stabilne oraz odporne na działanie enzymów trawiennych. Ich obecność potwierdzono nawet w kale prosiąt osesków. Paradoksalnie, te same przeciwciała, które chronią miot przed infekcjami i są krytyczne dla przeżycia prosiąt, mogą być przyczyną niepowodzeń podczas czynnej immunizacji zwierząt.

Poziom IgG w osoczu prosiąt jest ściśle powiązany z ilością siary pobranej przez zwierzę, koncentracją IgG w siarze oraz czasem, jaki upłynął do momentu, w którym ściana jelit staje się nieprzepuszczalna dla Ig (gut closure) (2, 16, 17). Przeciwciała oraz pozostałe składniki siary po wchłonięciu w pierwszych 24-36 godzinach życia przedostają się do krwi i zapewniają prosiątom systemową odporność w stosunku do czynników infekcyjnych. Wiadomo, że stężenie IgG w osoczu prosiąt krótko po urodzeniu jest dodatkowo skorelowane z ich szansą na przetrwanie krytycznego okresu okołoporodowego. Istotną rolę we wchłanianiu przeciwciał z przewodu pokarmowego prosiąt odgrywa siarowy inhibitor trypsyny hamujący aktywność trypsyny produkowanej przez prosię (3, 16). Wraz z upływem czasu jego poziom w siarze spada, co powoduje, że trypsyna wydzielana przez noworodka doprowadza do denaturacji Ig obecnych w siarze. Maleje również stopień wchłaniania przeciwciał w związku ze wzrostem stopnia uszczelnienia bariery jelitowej.

Wszystkie przeciwciała, jakie prosię otrzymuje od matki czy to z siarą, czy z mlekiem, są w stanie zapewnić mu ochronę jedynie przed tymi patogenami, z jakimi miała kontakt matka (odporność swoista), nie zabezpieczą go natomiast przed antygenem „nieznanym”. Odporność taką prosię musi wykształcić samo.

Cytokiny. Cytokiny przekazane prosiątom przez matkę wraz z siarą mogą odgrywać rolę „nauczyciela” w procesie dojrzewania układu immunologicznego prosiąt osesków (15). Jednak zjawisko przekazywania cytokin wraz z siarą czy mlekiem nie jest, jak dotąd, dobrze udokumentowane, z wyjątkiem transformującego czynnika wzrostu (TGF- β 1). Trzoda chlewna wydaje się idealnym modelem do badań nad transferem cytokin z wydzielaną gruczołu mlekowego matki, gdyż łożysko loch jest nieprzepuszczalne dla tych związków.

Istnieją informacje wskazujące, że jedynym źródłem IL-6, jak i produkowanego przez limfocyty Th₁ INF- γ czy produkowanych przez limfocyty Th₂ IL-4 i IL-10, u nowo narodzonych prosiąt jest właśnie siara pobrana tuż po porodzie. Ich obecności nie stwierdzono w organizmie prosiąt pozbawionych dostępu do siary (15).

Tab. 1. Pochodzenie immunoglobulin siary i mleka u loch (%) (wg 5)

Klasa przeciwciał	Ig	
	surowicze	w gruczole mlekowym
W siarze		
IgG	100	0
IgA	40	60
IgM	85	15
W mleku		
IgG	30	70
IgA	10	90
IgM	10	90

Tab. 2. Poziom IgG w siarze i surowicy prosiąt (mg/ml) (wg 2)

Czas (godz.)	IgG	
	siara	surowica
0	58,0	0
4	79,2	21,0
8	36,4	40,1
12	16,4	36,9
16	19,0	42,8
20	13,3	27,2
24	8,7	35,6
48	10,8	24,9
140	11,4	15,3
168	10,6	17,9

Brak wyżej wymienionych substancji w surowicy prosiąt pozbawionych siary i mleka (badania były prowadzone do 33. dnia życia) potwierdza także fakt, iż nie przechodzą one przez łożysko świń. W siarze potwierdzono obecność następujących cytokin: IL-4, IL-6, IL-12 oraz TGF- β 1 i INF- γ . Warto zaznaczyć, że interleukina-12 oraz TGF- β 1 były stwierdzane również w osoczu prosiąt pozbawionych siary, co wskazuje, że mogą one być syntetyzowane także w organizmie oseszków. Brak jest, jak dotąd, informacji na temat czasu utrzymywania się aktywności cytokin laktogennych w organizmie prosiąt. Najwyższy poziom cytokin w wydzielinie gruczołu mlekowego loch stwierdzano w 1. i 2. dniu po porodzie, co korelowało z czasem wystąpienia ich stężeń maksymalnych w surowicy prosiąt (15). Dominującą, pod względem ilościowym, cytokiną siary loch okazała się IL-4, a następnie TGF- β 1. Stężenia IL-6 i INF- γ układały się na jednakowym poziomie i były niższe od stężeń TGF- β 1. W jeszcze mniejszych ilościach występowały IL-12, IL-10 oraz TNF. Stężenie większości cytokin w siarze/mleku, z wyjątkiem TGF- β 1, było skorelowane z ich stężeniem w surowicy loch. Na poziom interleukin w surowicy prosiąt, oprócz efektywności absorpcji z przewodu pokarmowego i ich poziomu w siarze, może mieć wpływ także produkcja interleukin przez komórki układu immunologicznego, które prosię otrzymało od matki wraz z siarą (15). Mleko loch zawiera duże ilości czynnika TGF- β 1, który odgrywa istotną rolę w regulacji aktywności układu immunologicznego w obrębie jelit u nowo narodzonych prosiąt (15). W badaniach przeprowadzonych przez Nguyen i wsp. (15), wykazano, że poziom TGF- β 1 w siarze/mleku był zdecydowanie wyższy niż w surowicy loch. Natomiast TNF nie był stwierdzany we krwi matek, co może wskazywać na jego produkcję w obrębie gruczołu mlekowego. Nie był on również wykrywany w surowicy prosiąt ssących. Brak tego czynnika w surowicy zwierząt może sugerować istnienie pewnych mechanizmów kontrolnych zapobiegających przedłużonej odpowiedzi zapalnej mogącej doprowadzić do uszkodzenia tkanek (15). Poziom wszystkich cytokin ulegał obniżeniu wraz z upływem czasu. Okres półtrwania IL-4 i IL-6 w surowicy prosiąt wyniósł 5-6 dni. Stężenie IL-10 gwałtownie spadło już w drugim dniu życia, natomiast czas półtrwania INF- γ wynosił 2-4 dni.

W mleku macior w wysokich stężeniach wykazano obecność TGF- β 1, INF- γ , IL-6 i IL-4, umiarkowane stężenie IL-12 oraz niskie TNF i IL-10. Dla porównania w mleku ludzkim stwierdzono wysokie stężenie IL-1, IL-6, IL-8, TGF- β 1, TNF oraz INF- γ (7).

Obecność wysokich stężeń interleukin produkowanych przez limfocyty Th₂ oraz cytokin o właściwościach immunoregulacyjnych, np. TGF- β 1 w organizmie noworodków może odgrywać bardzo istotną rolę w procesie zasiedlania przewodu pokarmowego przez florę komensaliczną. Czynniki TGF- β 1 wykazuje działanie hamujące w odniesieniu do komórek odpornościowych nabłonka i *lamina propria* jelit, co pozytywnie wpływa na proces kolonizacji przez florę fizjologiczną (14, 15). IL-4 oraz TGF- β 1 biorą udział w „programowaniu” klasy przeciwciał do izotypu IgA oraz w produkcji sIgA. Wydzielnicza IgA pomaga w eliminacji patogenów oraz prawdopodobnie zapobiega przenikaniu poza nabłonek jelit nie tylko

bakterii chorobotwórczych, ale i komensalicznych (13). Udział obydwu tych bioaktywnych związków pomaga więc w utrzymaniu właściwej homeostazy w środowisku przewodu pokarmowego prosiąt.

Limfocyty B. Limfocyty B ulegają selektywnej kumulacji w gruczole mlekowym podczas całego okresu ciąży. Ich produkty w postaci przeciwciał i cytokin również biorą udział w obronie humoralnej organizmu. Nagromadzone w gruczole mlekowym limfocyty B produkują głównie dimeryczną formę immunoglobuliny A. Przeciwciała te trafiają następnie do siary i mleka z różnym natężeniem przez cały okres laktacji, skąd następnie przekazywane są oseskom. Determinują one zdolność do swoistej odpowiedzi na antygen.

Odporność komórkowa

Prosięta otrzymują wraz z siarą blisko 500-700 milionów komórek/dzień (10, 15). Wydzielina gruczołu mlekowego samic zawiera różne komórki, które składają się głównie limfocyty, makrofagi, neutrofile oraz komórki nabłonka (10, 19). Ich funkcje biologiczne u noworodków nie są jeszcze do końca poznane i niewątpliwie mechanizm ten wymaga przeprowadzenia dokładniejszych badań. Wydaje się, że główną rolą elementów morfotycznych siary i mleka jest regulacja i współdziałanie w dojrzewaniu układu immunologicznego noworodków oraz aktywna ochrona, głównie w obrębie przewodu pokarmowego, w krytycznym, początkowym okresie życia (10, 15, 19). Komórki zawarte w wydzielinie gruczołu mlekowego matki po pobraniu przez oseska mogą przekraczać ścianę przewodu pokarmowego i tym samym przedostawać się do krążenia ogólnego (10, 21). Komórki matczyne pochodzące z siary i mleka były wykrywane w: błonie śluzowej jelit, węzłach chłonnych krezkowych, krwi, płucach, wątrobie i śledzionie prosiąt (10, 21). U świń proces absorpcji ogranicza się wyłącznie do dwunastnicy i jelita czczego. Nie opisano mechanizmu, na drodze którego komórki siary przedostają się do enterocytów. Wykazano, że barierę jelitową mogą przekraczać jedynie komórki siarowe matki. Nie zostaną natomiast wchłonięte matczyne limfocyty krwi obwodowej, a także, co należy podkreślić, komórki siarowe pochodzące od innej lochy (21). Występowania takich restrykcji osobniczych nie potwierdzono u noworodków ludzkich, u których barierę jelitową mogą przekroczyć także komórki pochodzące od innej kobiety (21).

W wydzielinie gruczołu mlekowego loch najwięcej jest komórek epitelialnych. Ich ilość waha się od 20-40% w siarze i wzrasta do 60-90% w mleku (10). Kolejną pod względem liczbowym grupą komórek siary świń są limfocyty, które stanowią blisko 15-25% wszystkich komórek siary (10). W mleku dojrziałym świń limfocyty T to niespełna 1% wszystkich komórek (1, 4, 9). Pozostałą pulę stanowią m.in. neutrofile i makrofagi.

Komórki epitelialne. U większości gatunków zwierząt komórki epitelialne reprezentują najmniej liczną populację komórek występujących w wydzielinie gruczołu mlekowego. U świń natomiast stanowią one główną grupę komórek mleka. Duże komórki epitelialne wysyczone drobinami tłuszczu, z silną ekspresją komponentów wydzielniczych oraz sIgA, stanowią ponad 60% wszystkich komórek mleka (10, 11). Komórki te nie mają zdolności

wzrostu w warunkach *in vitro*. W siarce komórki nabłonkowe są mniejsze, z niewielką ilością sIgA lub ich brakiem, mają także niski poziom ekspresji elementów wydzielniczych. Komórki te posiadają zdolność namnażania w warunkach *in vitro* (w hodowli komórkowej) przez co najmniej trzy pasaży. W przypadku hodowli prowadzonej w obecności surowicy loch będących w fazie laktacji, komórki nabłonkowe podlegają różnicowaniu i zaczynają produkować α -laktoglobulinę. Być może, są one również zdolne do produkcji cytokin oraz prezentacji antygeny (10).

Limfocyty. U świń 70-90% limfocytów siary stanowią limfocyty T, stosunek T_4/T_8 wynosi 0,57 (we krwi 0,80). Limfocyty zawarte w siarce świń nie wykazują ekspresji receptora dla IL-2 (IL2-R), ale odpowiadają proliferacją i ekspresją wymienionego receptora po stymulacji miogenem (1, 9). Jak dowiedziono w badaniach przeprowadzonych u ludzi, wśród limfocytów obecnych w wydzielinie gruczołu mlekowego także przeważają limfocyty T. Immunofenotypowaniem potwierdzono, że posiadają one cechy aktywowanych komórek T pamięci immunologicznej. Markery aktywacji wykryto na blisko 85% ludzkich limfocytów T obecnych w mleku (10). Ustalono również, że są one w pełni kompetentne do rozwinięcia wtórnej odpowiedzi immunologicznej po kontakcie ze znanym antygenem (1, 10).

W badaniach przeprowadzonych na prosiętach stwierdzono silniejszą odpowiedź limfocytów krwi obwodowej na fitohemaglutyninę (PHA) i konkanawalinę A (ConA) u zwierząt, które otrzymały komórki siarowe (21). W innych badaniach (20) wykazano, że limfocyty siarowe po przejściu bariery jelitowej pozostają immunologicznie aktywne w organizmie oseszków. Tak więc oprócz przekazania *stricto* komórek dochodzi również do „przekazania funkcji” i aktywnego włączenia się komórek matczynej w obronę oseska, łącznie z produkcją swoistych cytokin (4). Tą drogą może dojść także do przekazania „pamięci immunologicznej” z matki na potomstwo (20). Wyniki dotychczas przeprowadzonych badań wskazują, że komórki otrzymane przez noworodki wraz z siarą przeżywają w ich organizmie na tyle długo, aby mogły podjąć pełnione przez nie funkcje (4).

Biorąc pod uwagę dane piśmiennictwa dotyczące fenotypu przekazywanych z siarą limfocytów (CD4+ i CD8+) należy się spodziewać, że będą one produkowały m.in. TGF- β 1, INF- γ oraz szereg interleukin oddziałujących na składowe układu immunologicznego, tj. IL-2, IL-4, IL-6 i IL-10. Zarówno IL-4, jak i TGF- β 1 znane są ze swoich właściwości immunosupresyjnych i mogą być pomocne w kontrolowaniu stanu pobudzenia układu odpornościowego oseszków podczas karmienia oraz brać udział w rozwoju zjawiska tolerancji (11, 20).

Podsumowując, wydzielina gruczołu mlekowego samic ssaków zawiera szereg substancji potencjalnie wpływających zarówno na rozwój niedojrzałego układu immunologicznego oseska, jak i na jego odpowiedź immunologiczną po zetknięciu z szeregiem antygenów środowiskowych. Wydaje się, że składniki siary mają wpływ na procesy rozpoznawania przez noworodka elementów „swoich” od „obcych”. Jest ona swoistym łącznikiem pomiędzy matką a potomstwem po zakończeniu ciąży, zwłaszcza w odniesieniu do odporności komórkowej. Sty-

mulacja antygenowa oraz odpowiednia orientacja odpowiedzi immunologicznej w przewodzie pokarmowym prosiąt wydają się jedną z ważniejszych funkcji immunologicznych komórek zawartych w wydzielinie gruczołu mlekowego. Należy mieć jednak na uwadze, że siara w żadnym razie nie zastąpi aktywnej immunizacji prosiąt ani nie zapewni prosiętom ochrony przed czynnikami, z którymi w przeszłości nie zetknęła się locha. Planując szczepienie stada należy zatem wziąć pod uwagę odporność bierną przekazaną oseskom wraz z siarą. Szczególnie istotne są w tej sytuacji przeciwciała matczyne, które w przypadku zbyt wczesnej immunizacji prosiąt mogą zmniejszyć lub całkowicie uniemożliwić odpowiedź prosięcia na antygen szczepionkowy. Nie należy jednocześnie zbyt długo zwlekać z podaniem szczepionki, aby możliwe zawęzić okres „luki immunologicznej”, w czasie którego zwierzęta są najbardziej podatne na infekcje.

Piśmiennictwo

- Berotto A., Gerli R., Castellucci G., Scalise F., Vaccaro R.: Human milk lymphocytes bearing the $\gamma\delta$ T-cell receptor are mostly δ TSC1-positive cells. *Immunology* 1991, 74, 360-363.
- Bland I. M., Rooke A., Bland V. C., Sinclair A. G., Edwards S. A.: The acquisition of IgG from colostrums by piglets. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci., Society's Annual Meeting, Scarborough, Marzec 1999*, s. 189.
- Carlsson L. C. T., Westrom B. R., Karlsson B. W.: Intestinal absorption of proteins by the neonatal piglet fed on sow's colostrums with either natural or experimentally eliminated trypsin-inhibitor activity. *Biol. Neonate* 1980, 38, 309-320.
- Chabaudie N., Le Jan C., Olivier M., Salmon H.: Lymphocyte subsets in the mammary gland of sows. *Res. Vet. Sci.* 1993, 55, 351-355.
- Chelmońska-Soyta A., Nikolajczuk M.: Immunologia ciąży i okresu neonatalnego ssaków hodowlanych. Noworodek a Środowisko, Dział Wydawnictw Państwowego Instytutu Weterynaryjnego w Puławach, Poznań 2000, s. 19-37.
- Cukrowska B., Sinkov J., Mendel L., Splichal I., Bianchi A. T. J., Kovaru F., Tlaskalova-Hogenova H.: Thymic B cells of pigs fetuses and germ-free pigs spontaneously produce IgM, IgG and IgA; detection by ELISPOT method. *Immunology* 1996, 87, 487-492.
- Goldman A. S., Chheda S., Garofalo R., Schmalstieg F. C.: Cytokines in human milk: properties and potential effects upon the mammary gland and the neonate. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 1996, 1, 251-258.
- Inoue T., Kitano K., Inoue K.: Possible factors influencing immunoglobulin G concentration in swine colostrums. *Am. J. Vet. Res.* 1980, 42, 533-536.
- Jan C. Le.: A study by flow cytometry to lymphocytes sow colostrum. *Res. Vet. Sci.* 1994, 57, 300-304.
- Jan C. Le.: Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity: a review. *Vet. Res.* 1996, 27, 403-417.
- Jan C. Le.: Secretory component and IgA expression by epithelial cells in sow mammary gland and mammary secretions. *Res. Vet. Sci.* 1993, 55, 265-270.
- Juillard V.: Protection of new born through maternal immunization in veterinary medicine: a review. MEVS Abstract book. A comparative approach to early life vaccination. *Grecja 2-4.11.2004*, s. 63.
- Macpherson A. J., Harris N. L.: Interactions between commensal intestinal bacteria and immune system. *Nat. Rev. Immunol.* 2004, 4, 478-485.
- Mennechet F. J., Kasper L. H., Rachinel N., Minns L. A., Luangsay S., Vandewalle A., Buzoni-Gatel D.: Intestinal intraepithelial lymphocytes prevent pathogen-driven inflammation and regulate the Smad/T-bet pathway of lamina propria CD4+ T cells. *Eur. J. Immunol.* 2004, 34, 1059-1067.
- Nguyen T. V., Yuan Li, Azevedo M. S. P., Jeong K., Gonzalez A. M., Saif L. J.: Transfer of maternal cytokines to suckling piglets: In vivo and in vitro models with implications for immunomodulation of neonatal immunity. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2007, 117, 236-248.
- Rooke J. A., Bland I. M.: The acquisition of passive immunity In the New-born piglet. *Livest. Prod. Sci.* 2002, 78, 13-23.
- Rooke J. A., Carranca C., Bland I. M., Sinclair A. G., Ewen M., Bland V. C., Edwards S. A.: Relationships between passive absorption of immunoglobulin G by piglet and plasma concentrations of immunoglobulin G at weaning. *Livest. Prod. Sci.* 2003, 81, 223-234.
- Salmon H.: The mammary gland and neonate mucosal immunity. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 1999, 72, 143-155.
- Schultz R. D.: Transfer of humoral and cellular immunity through colostrum. MEVS Abstract book. A comparative approach to early life vaccination. *Grecja 2-4.11.2006*, s. 55.
- Tuboly S., Berath S., Glavits R., Kovacs A., Megyeri Z.: Intestinal absorption of colostrum lymphocytes in newborn lambs and their role in the development of immune status. *Acta Vet. Hung.* 1995, 43, 105-115.
- Williams P. P.: Immunomodulating effects of intestinal absorbed maternal colostrum leukocytes by neonatal pigs. *Can. J. Vet. Res.* 1993, 57, 1-8.

Adres autora: dr Małgorzata Pomorska-Mól, ul. Grota-Roweckiego 7/51, 24-100 Puławy; e-mail: mpomorska@piwet.pulawy.pl