

Docosahexaenoic acid – one of the most important nutrients during pregnancy. Part II. Docosahexaenoic acid supplementation

Mirowski A., Jachnis A.¹, Department of General, Gastroenterological and Oncological Surgery, Medical University of Warsaw¹

Docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3), belongs to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids. It is essential for the development of the fetal nervous system. DHA supplementation during pregnancy can have a beneficial impact on the pregnancy outcome. Moreover, it can improve psychomotor development. Feeding a DHA-enriched diet is the best method to increase DHA levels in human and animal tissues. DHA is synthesized from alpha-linolenic acid (ALA, 18:3n-3), but ALA supplementation is far less effective. The aim of this paper was to present the major aspects connected with DHA supplementation during pregnancy.

Keywords: docosahexaenoic acid, DHA, pregnancy, brain.

Kwas dokozaheksaenowy (DHA, 22:6n-3) to długołańcuchowy wielonienasycony kwas tłuszczowy z rodziny n-3. Powstaje z kwasu α -linolenowego (ALA, 18:3n-3), a jednym ze związków pośrednich jest kwas eikozapentaenowy (EPA, 20:5n-3). DHA i EPA w największych ilościach występują w tłuszczach pozyskiwanych z organizmów morskich, na przykład w olejach rybnych.

Kwas dokozaheksaenowy – składnik odżywczy o kluczowym znaczeniu w okresie ciąży. Część II. Suplementacja kwasu dokozaheksaenowego

Adam Mirowski, Aneta Jachnis¹

z Katedry i Kliniki Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Onkologicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego¹

DHA budzi coraz większe zainteresowanie zarówno w żywieniu człowieka, jak i zwierząt. Szczególny nacisk kładzie się na jego znaczenie w okresie ciąży. Kwas ten pełni bowiem ważne funkcje w okresie życia płodowego i we wczesnych etapach życia postnatalnego. Jest składnikiem odżywczym niezbędnym do prawidłowego rozwoju układu nerwowego. Proces gromadzenia się DHA w tkankach płodu jest najintensywniejszy w trzecim trymestrze ciąży. Wzbogacając w DHA dietę stosowaną w okresie ciąży, można sprawić, że płód zgromadzi większe ilości tego kwasu. Dzięki takiemu postępowaniu większe ilości DHA przenikają również do mleka. Profil kwasów tłuszczowych dawki pokarmowej w okresie ciąży ma wpływ na profil kwasów tłuszczowych mleka. Mleko kobiet przyjmujących olej rybny w czasie ciąży ma więcej długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, zwłaszcza we wczesnej laktacji.

Dzieci karmione takim mlekiem są lepiej zaopatrzone w DHA (1). Zwiększenie zawartości tych kwasów w mleku można osiągnąć także poprzez jedzenie tłustych ryb. Można przytoczyć badania, w których kobiety jadły dwie porcje łosia hodowlanego tygodniowo, począwszy od dwudziestego tygodnia ciąży. Łosoś dostarczał 3,45 g długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 tygodniowo (2). Wystarczy niewielki dodatek tłuszczu rybnego, aby istotnie poprawić profil kwasów tłuszczowych. Potwierdzają to obserwacje przeprowadzone na świniach. Wydzielina gruczołu sutkowego loch jest ubogim źródłem DHA, a uwzględnienie zaledwie 1% oleju rybnego w diecie stosowanej w okresie późnej ciąży i laktacji może sprawić, że w sieraże będzie ponad dwadzieścia razy więcej tego składnika. Pod tym względem olej rybny jest znacznie lepszy od oleju lnianego, który stanowi bogate źródło kwasu

Efektywnie zarządzaj rozrodem z aniMedica!

Przeciw zakażeniom

Przeciw pasożytnicze

Przeciw bólowe

Hormony

Kardiologiczne

Inne farmaceutyki

Pielęgnacyjne

Mieszanki paszowe
uzupełniające

Leki psychotropowe

Buserelin aniMedica 0,004 mg/ml roztwór do wstrzykiwań dla bydła, koni i królików

- ▶ skuteczna substancja czynna – octan busereliny
- ▶ analog GnRH dla bydła, koni i królików
- ▶ 100-krotnie wyższa skuteczność w porównaniu do naturalnego GnRH
- ▶ **0 dni karencji** na mleko i tkanki jadalne
- ▶ opakowanie – 5 fiolek po 10 ml



Genestran 75 mikrogramów/ml roztwór do wstrzykiwań dla bydła, koni i świń

- ▶ sprawdzona substancja czynna – R(+)-kloprostenoł
- ▶ analog PGF₂ α dla bydła, koni i świń
- ▶ 200-400 razy wyższa aktywność w porównaniu do naturalnego PGF₂ α
- ▶ **0 dni karencji** na mleko i **1 dzień karencji** na tkanki jadalne
- ▶ opakowanie – fiolka 20 ml



Suifertil 4 mg/ml roztwór doustny dla świń

- ▶ sprawdzona substancja czynna – altrenogest
- ▶ zapewnia bezpieczną kontrolę rui u świń
- ▶ zwiększa optymalizację produkcji trzody chlewnej
- ▶ przyczynia się do większej liczby prosiąt w miocie
- ▶ 9 dni karencji na tkanki jadalne
- ▶ opakowanie – butelka 1000 ml z dozownikiem (wystarczy na 18-dniową kurację dla 11 świń)



Suifertil 4 mg/ml roztwór doustny dla świń. Altrenogest. **Zawartość substancji czynnej i innych substancji:** 1 ml zawiera: **Substancja czynna:** Altrenogest 4,00 mg. Przezroczysty, żółty roztwór. **Wskazania lecznicze:** Synchronizacja rui u dojrziałych płciowo loszek. **Przeciwwskazania:** Nie stosować u samców. Nie stosować u loch z infekcją macicy. **Działania niepożądane:** Nieznane. W przypadku zaobserwowania jakichkolwiek poważnych objawów lub innych objawów niewymienionych w ulotce informacyjnej, poinformuj o nich lekarza weterynarii. **Docelowe gatunki zwierząt:** Świnia (dojrzałe płciowo loszki). **Dawkowanie dla każdego gatunku, droga i sposób podania:** Do podawania doustnego, jako „top-dressing”. 20 mg altrenogestu / zwierzę, tj. 5 ml na zwierzę raz dziennie przez 18 kolejnych dni. Zwierzęta należy rozdzielić i podawać lek indywidualnie. Produkt należy dodać do paszy jako „top-dressing” bezpośrednio przed jej podaniem. Nie zjedzoną paszę leczniczą należy usunąć. Większość z leczonych loszek wchodzi w fazę rui w 5 do 6 dni po 18 kolejnych dniach leczenia. **Zalecenia dla prawidłowego podania:** Produkt powinien podawany tylko przy użyciu dozownika Suifertil. **Okres karencji:** Tkanki jadalne: 9 dni. **Specjalne ostrzeżenia i środki ostrożności:** Patrz ulotka informacyjna dołączona do opakowania leku. **Opakowanie:** Butelka z dozownikiem o pojemności 1000 ml. **Podmiot odpowiedzialny:** aniMedica GmbH, Im Südfeld 9, 48308 Senden-Böselensell, Niemcy. **Przedstawiciel podmiotu odpowiedzialnego:** aniMedica Polska Sp. z o.o., ul Chwaszczyńska 198 a, 81-571 Gdynia. **Numer pozwolenia:** 2365/14. Wyłącznie dla zwierząt. Wydawany z przepisu lekarza – Rp.

Informacje na temat produktów wewnątrz numeru.

aniMedica

skuteczne leczenie

aniMedica Polska Sp. z o.o.
ul. Chwaszczyńska 198 a
81-571 Gdynia,
tel.: 58/572 24 38, fax: 58/572 24 39
www.animedica.pl

α -linolenowego (3). Efektem wyższej zawartości DHA w lipidach wydzieliny gruczołu sutkowego loch jest wyższa zawartość tego związku we krwi i w narządach wewnętrznych prosiąt, między innymi w wątrobie i mózgu (4).

Analizując wyniki badań przeprowadzonych na ludziach, można stwierdzić, że zwiększona podaż długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 w okresie ciąży zmniejsza ryzyko przedwczesnego porodu. Stwarza również nadzieję na zapobieganie alergii u dzieci. Dane naukowe dotyczące możliwości poprawy rozwoju układu nerwowego u potomstwa kobiet spożywających oleje bogate w te kwasy nie pozwalają na jednoznaczne potwierdzenie tego przypuszczenia. Podobnie jest w odniesieniu do możliwości zmniejszenia ryzyka wystąpienia stanu przedrzucawkowego i depresji poporodowej (5). Duże zainteresowanie budzi dodawanie długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 do diety suk ciężarnych i karmiących. Takie postępowanie stwarza bowiem możliwość poprawy rozwoju psychomotorycznego szczeniąt i może mieć dobry wpływ na narząd wzroku (6). Przeprowadzono badania nad wpływem dodawania oleju rybnego do diety loch na rozwój prosiąt. Według jednych obserwacji olej rybny w ilości 1% dawki pokarmowej podawanej lochom w okresie późnej ciąży i laktacji nie ma wpływu na długość ciąży ani na liczbę prosiąt urodzonych i odsadzonych. Lochy otrzymujące dodatek oleju rybnego rodzą lżejsze prosięta w porównaniu z lochami otrzymującymi dodatek oleju lnianego. Ponadto takie prosięta mają niższe przyrosty masy ciała (3). W innych badaniach zauważono korzystny wpływ dodawania oleju rybnego do diety loch na zachowanie się ich potomstwa (7). Co więcej, potomstwo loch żywionych paszą bogatą w długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 lepiej przyswaja glukozę i ma więcej glikogenu mięśniowego w okresie odsadzenia. Poprawa wchłaniania glukozy może wynikać ze zmian w profilu kwasów tłuszczowych błony śluzowej jelita (8, 9).

Według badań przeprowadzonych w Chinach najwięcej DHA w osoczu krwi mają kobiety ciężarne żyjące w rejonach nadmorskich (średnio 3,19% sumy kwasów tłuszczowych w połowie ciąży i 2,54% sumy kwasów tłuszczowych w późnej ciąży) lub w pobliżu jezior (2,45 i 1,95% sumy kwasów tłuszczowych). Znacznie mniej tego związku jest w osoczu krwi kobiet żyjących daleko od zbiorników wodnych (2,25 i 1,67% sumy kwasów tłuszczowych). Podobne różnice obserwuje się również w odniesieniu do zawartości

DHA w erytrocytach. Większa zawartość DHA u kobiet żyjących w pobliżu zbiorników wodnych może wynikać z większej dostępności ryb i owoców morza (10). Większość kobiet w okresie ciąży i laktacji spożywa zbyt mało DHA. Według danych z Kanady tylko 27% kobiet w ciąży i 25% kobiet w okresie pierwszych trzech miesięcy laktacji spożywa zalecane ilości. Główne źródła pokarmowe długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 w diecie tych kobiet to ryby (przede wszystkim losoś), owoce morza i produkty z wodorostów (11).

Społeczeństwa krajów zachodnich jedzą zbyt mało ryb. W efekcie płody ciężarnych kobiet są gorzej zaopatrzone w DHA. Zbadano profil kwasów tłuszczowych płodów pochodzących z afrykańskiej populacji jedzącej dużo ryb. Okazało się, że w ich mózgach i tkance tłuszczowej jest znacznie więcej DHA i mniej kwasu arachidonowego niż u potomstwa kobiet z cywilizacji zachodniej (12). Kobiety w ciąży często unikają ryb z obawy przed zanieczyszczeniem ręką, dioksynami i polichlorowanymi bifenylami. Spore ilości metylortęci gromadzą się w tkankach długo żyjących ryb mięsożernych, które są na szczyście łańcucha pokarmowego. Wśród ryb popularnych w polskiej kuchni jest przede wszystkim tuńczyk. Znacznie mniej tego związku występuje w małych rybach, na przykład w sardynkach. Według wielu danych naukowych kobiety w ciąży powinny spożywać co najmniej 340 g tłustych ryb tygodniowo. Taka ilość ryb stwarza możliwość poprawy rozwoju psychomotorycznego dzieci. Trzeba jednak unikać gatunków gromadzących duże ilości rtęci. Optymalnym rozwiązaniem jest wybieranie ryb bogatych w DHA i EPA, które mają mało rtęci i innych substancji szkodliwych (13).

Nie wszyscy lubią i jedzą ryby. Dla takich osób pomocne są oleje rybne i suplementy pokarmowe zawierające DHA i EPA. W takich przypadkach zaleca się, żeby ciężarne kobiety stosowały suplementację DHA w ilości nie mniejszej niż 200 mg dziennie, co w połączeniu z innymi źródłami pokarmowymi pozwala na osiągnięcie dziennej podaży na poziomie przynajmniej 300 mg. Większa podaż DHA (600–800 mg dziennie) może stanowić jeszcze lepsze zabezpieczenie przed przedwczesnym porodem (14). Badania przeprowadzone w środkowej Europie dowodzą, że 200 mg DHA dziennie, stosowane w drugiej połowie ciąży i w laktacji, wystarcza do poprawy stopnia zaopatrzenia matek i potomstwa w ten składnik, w populacji jedzącej mało ryb (15). Niemniej jednak według innych obserwacji taka dawka DHA powoduje znaczne

zwiększenie zawartości tego kwasu we krwi matek, lecz nie u płodów (16, 17). Stężenia DHA i EPA pozostają na podwyższonym poziomie w fosfolipidach krwinek czerwonych kobiet nawet sześć tygodni po porodzie, mimo zaprzestania stosowania oleju rybnego w dawce dziennej wynoszącej 4 g, począwszy od 20. tygodnia ciąży (18).

Suplementacja kwasu α -linolenowego, który jest prekursorem DHA, jest znacznie mniej skutecznym sposobem na polepszenie stopnia zaopatrzenia organizmu w DHA. Wzbogacenie diety kobiet w ciąży w kwas α -linolenowy w dawce dziennej wynoszącej 2,8 g nie zapobiegło spadkowi zawartości DHA we krwi. Takie postępowanie nie miało korzystnego wpływu na zawartość DHA ani u matek, ani u ich potomstwa. Stwarza jednak możliwość lepszego zaopatrzenia organizmu w EPA (19). U dorosłych mężczyzn tylko kilka procent kwasu α -linolenowego ulega przekształceniu do EPA, a stopień konwersji do DHA jest bardzo mały. Z kolei u kobiet kwas α -linolenowy w znacznie większym stopniu ulega przekształceniu do DHA. Może to wynikać w pewnym stopniu z mniejszego udziału kwasu α -linolenowego w procesie beta-oksydacji. Wskazuje się też na zwiększenie konwersji EPA do DHA przez wpływ estrogenów na delta-6 desaturazę. Efektywniejsza konwersja kwasu α -linolenowego do DHA zwiększa szansę na prawidłowe zaopatrzenie płodu i noworodka w ten składnik (20). W badaniach przeprowadzonych na świniach zastosowanie oleju rybnego w ilości 1% dawki pokarmowej podawanej lochom w okresie późnej ciąży i laktacji spowodowało 2,4-krotny wzrost zawartości DHA w osoczu krwi prosiąt. Dla porównania prosięta ssące lochy żywione paszą z 1-procentowym dodatkiem oleju lnianego miały około dwóch razy mniej tego kwasu. Jeszcze większe różnice odnotowano w sianie i osoczu krwi loch (3). Niemniej jednak nawet suplementacja kwasu α -linolenowego stwarza możliwość istotnego zwiększenia zawartości DHA w narządach wewnętrznych prosiąt. Prosięta ssące lochy żywione wzbogacaną paszą mogą mieć ponad 20% więcej DHA w mózgu i ponad 50% więcej w wątrobie, w porównaniu z prosiętami ssącymi lochy żywione tradycyjną dawką pokarmową (21).

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 są bardzo podatne na utlenianie, a ich suplementacja stwarza ryzyko nasilenia się stresu oksydacyjnego. W badaniach na ciężarnych myszach zauważono, że stosowanie 5-procentowego dodatku oleju rybnego bardzo nasila stan zapalny i stres oksydacyjny wywołany podaniem lipopolisacharydu (22).

Niemniej według badań przeprowadzonych na kobietach w ciąży suplementacja DHA i EPA w dawkach dziennych wynoszących odpowiednio 500 i 150 mg nie nasila peroksydacji lipidów ani uszkodzeń oksydacyjnych DNA (23). W badaniach klinicznych nie obserwowano istotnych efektów ubocznych w przypadku dawek dziennych dochodzących do 1 g DHA lub 2,7 g długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 (24). Według badań przeprowadzonych na świniach uwzględnianie oleju rybnego w diecie loch w ilości 2% dawki pokarmowej powoduje zwiększenie stężenia dialdehydu malonowego (wskaźnik peroksydacji lipidów) w osoczu krwi. Nie odnotowano tego jednak u prosiąt ssących lochy. W tych badaniach wszystkie lochy były żywione paszą wzbogaconą w octan α -tokoferolu (150 mg/kg) i selen w formie organicznej (0,4 mg/kg; 25).

Podsumowanie

DHA jest składnikiem odżywczym niezbędnym do prawidłowego rozwoju układu nerwowego. Szczególny nacisk trzeba kłaść na prawidłową podaż DHA w okresie ciąży. Najskuteczniejszym sposobem zwiększenia zawartości DHA w organizmie

jest wzbogacanie dawki pokarmowej w produkty bogate w ten kwas. Ludzie czerpią go przede wszystkim z ryb. Alternatywnym rozwiązaniem jest stosowanie olejów rybnych lub olejów z alg morskich. Dużo DHA zawierają jaja pozyskiwane od niosek żywionych paszą wzbogaconą w wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-3. Głównym źródłem DHA w żywieniu zwierząt są oleje rybne. Suplementacja może okazać się korzystna zarówno dla samicy, jak i dla potomstwa.

Piśmiennictwo

- Dunstan J.A., Mitoulas L.R., Dixon G., Doherty D.A., Hartmann P.E., Simmer K., Prescott S.L.: The effects of fish oil supplementation in pregnancy on breast milk fatty acid composition over the course of lactation: a randomized controlled trial. *Pediatr. Res.* 2007, **62**, 689–694.
- Urwin H.J., Miles E.A., Noakes P.S., Kremmyda L.S., Vlachava M., Diaper N.D., Pérez-Cano E.J., Godfrey K.M., Calder P.C., Yaqoob P.: Salmon consumption during pregnancy alters fatty acid composition and secretory IgA concentration in human breast milk. *J. Nutr.* 2012, **142**, 1603–1610.
- Tanghe S., Millet S., De Smet S.: Echium oil and linseed oil as alternatives for fish oil in the maternal diet: Blood fatty acid profiles and oxidative status of sows and piglets. *J. Anim. Sci.* 2013, **91**, 3253–3264.
- Arbuckle L.D., Innis S.M.: Docosahexaenoic acid is transferred through maternal diet to milk and to tissues of natural milk-fed piglets. *J. Nutr.* 1993, **123**, 1668–1675.
- De Giuseppe R., Roggi C., Cena H.: n-3 LC-PUFA supplementation: effects on infant and maternal outcomes. *Eur. J. Nutr.* 2014, **53**, 1147–1154.
- Mirowski A.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe rodziny n-3 w żywieniu suk ciężarnych i karmiących oraz szczeniąt. *Żywiec Wet.* 2012, **87**, 122–124.
- Clouard C., Souza A.S., Gerrits W.J., Hovenier R., Lambers A., Bolhuis J.E.: Maternal Fish Oil Supplementation Affects the Social Behavior, Brain Fatty Acid Profile, and Sickness Response of Piglets. *J. Nutr.* 2015, **145**, 2176–2184.
- Gabler N.K., Radcliffe J.S., Spencer J.D., Weibel D.M., Spurlock M.E.: Feeding long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids during gestation increases intestinal glucose absorption potentially via the acute activation of AMPK. *J. Nutr. Biochem.* 2009, **20**, 17–25.
- Gabler N.K., Spencer J.D., Weibel D.M., Spurlock M.E.: In utero and postnatal exposure to long chain (n-3) PUFA enhances intestinal glucose absorption and energy stores in weanling pigs. *J. Nutr.* 2007, **137**, 2351–2358.
- Li Y., Li H.T., Trasande L., Ge H., Yu L.X., Xu G.S., Bai M.X., Liu J.M.: DHA in Pregnant and Lactating Women from Coastland, Lakeland, and Inland Areas of China: Results of a DHA Evaluation in Women (DEW) Study. *Nutrients* 2015, **7**, 8723–8732.
- Jia X., Pakseresht M., Wattar N., Wildgrube J., Sontag S., Andrews M., Subhan E.B., McCargar L., Field C.J.: Women who take n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid supplements during pregnancy and lactation meet the recommended intake. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2015, **40**, 474–481.
- Kuipers R.S., Luxwolda M.F., Offringa P.J., Boersma E.R., Dijk-Brouwer D.A., Muskiet F.A.: Gestational age dependent changes of the fetal brain, liver and adipose tissue fatty acid compositions in a population with high fish intakes. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 2012, **86**, 189–199.
- Wenstrom K.D.: The FDA's new advice on fish: it's complicated. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2014, **211**, 475–478.
- Koletzko B., Boey C.C., Campoy C., Carlson S.E., Chang N., Guillermo-Tuazon M.A., Joshi S., Prell C., Quak S.H., Sjarif D.R., Su Y., Supapannachart S., Yamashiro Y., Osendarp S.J.: Current information and Asian perspectives on long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation, and infancy: systematic review and practice



Firma Biowet Puławy Sp. z o.o. poszukuje lekarza weterynarii do pracy na stanowisku

Przedstawiciel regionalny

na teren województw: wielkopolskie, lubuskie i zachodniopomorskie.



Jeśli jesteś: energiczną i dynamiczną osobą, masz silną motywację do rozwijania i doskonalenia własnego talentu, cechuje Cię łatwość nawiązywania kontaktów, miła aparycja i wysoka kultura osobista, potrafisz organizować własną pracę i samodzielnie realizować powierzone zadania, masz ciekawe pomysły i kreatywne rozwiązania, jesteś dyspozycyjny/a, a Twoją pasją jest jazda samochodem, to jesteś właściwym kandydatem na to stanowisko.

Oferujemy: ciekawą i pełną wyzwań pracę, w prężnie działającej i stabilnej polskiej firmie, możliwość rozwijania wiedzy i doskonalenia swojego talentu, atrakcyjne wynagrodzenie, stałą umowę o pracę. Jeśli jesteś zainteresowany współpracą z nami, prześlij swoje CV ze zdjęciem i listem motywacyjnym, oraz z klauzulą o ochronie danych osobowych na adres e-mailowy: adejko@biowet.pl, marketing@biowet.pl lub pocztą.

Biowet Puławy Sp. z o.o., Dz. Marketingu, ul. H. Arciucha 2, 24-100 Puławy,
tel. + 81 888-91-45 lub 602 337 341.

- recommendations from an early nutrition academy workshop. *Ann. Nutr. Metab.* 2014, **65**, 49–80.
15. Bergmann R.L., Haschke-Becher E., Klassen-Wigger P., Bergmann K.E., Richter R., Dudenhausen J.W., Grathwohl D., Haschke E.: Supplementation with 200 mg/day docosahexaenoic acid from mid-pregnancy through lactation improves the docosahexaenoic acid status of mothers with a habitually low fish intake and of their infants. *Ann. Nutr. Metab.* 2008, **52**, 157–166.
 16. Montgomery C., Speake B.K., Cameron A., Sattar N., Weaver L.T.: Maternal docosahexaenoic acid supplementation and fetal accretion. *Br. J. Nutr.* 2003, **90**, 135–145.
 17. Sanjurjo P., Ruiz-Sanz J.L., Jimeno P., Aldámiz-Echevarría L., Aquino L., Matorras R., Esteban J., Banqué M.: Supplementation with docosahexaenoic acid in the last trimester of pregnancy: maternal-fetal biochemical findings. *J. Perinat. Med.* 2004, **32**, 132–136.
 18. Dunstan J.A., Mori T.A., Barden A., Beilin L.J., Holt P.G., Calder P.C., Taylor A.L., Prescott S.L.: Effects of n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in pregnancy on maternal and fetal erythrocyte fatty acid composition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2004, **58**, 429–437.
 19. De Groot R.H., Hornstra G., van Houwelingen A.C., Romen F.: Effect of alpha-linolenic acid supplementation during pregnancy on maternal and neonatal polyunsaturated fatty acid status and pregnancy outcome. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004, **79**, 251–260.
 20. Williams C.M., Burdge G.: Long-chain n-3 PUFA: plant v. marine sources. *Proc. Nutr. Soc.* 2006, **65**, 42–50.
 21. Bazinet R.P., McMillan E.G., Cunnane S.C.: Dietary alpha-linolenic acid increases the n-3 PUFA content of sow's milk and the tissues of the suckling piglet. *Lipids* 2003, **38**, 1045–1049.
 22. Boulis T.S., Rochelson B., Novick O., Xue X., Chatterjee P.K., Gupta M., Solanki M.H., Akerman M., Metz C.N.: Omega-3 polyunsaturated fatty acids enhance cytokine production and oxidative stress in a mouse model of preterm labor. *J. Perinat. Med.* 2014, **42**, 693–698.
 23. Shoji H., Franke C., Campoy C., Rivero M., Demmelmair H., Koletzko B.: Effect of docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid supplementation on oxidative stress levels during pregnancy. *Free Radic. Res.* 2006, **40**, 379–384.
 24. Koletzko B., Cetin I., Brenna J.T.: Dietary fat intakes for pregnant and lactating women. *Br. J. Nutr.* 2007, **98**, 873–877.
 25. Tanghe S., Missotten J., Raes K., De Smet S.: The effect of different concentrations of linseed oil or fish oil in the maternal diet on the fatty acid composition and oxidative status of sows and piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2015, **99**, 938–949.