

Lipidy nasienia drobiu – charakterystyka biochemiczna i podatność na procesy peroksydacyjne

Zofia Luberda

*Katedra Biochemii i Biotechnologii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn-Kortowo
tel. (0 89) 523 33 91, fax (0 89) 524 01 38
e-mail: kbz @ uwm.edu.pl*

Słowa kluczowe: nasienie drobiu, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, peroksydacja lipidów, antyoksydanty

Wstęp

Rodzaj lipidów i skład kwasów tłuszczowych plemników mogą być ważnymi determinantami płodności. Istotne znaczenie w tym procesie przypisuje się długołańcuchowym wielonienasyconym kwasom tłuszczowym. Ilość i rodzaj tych kwasów są skorelowane z podstawowymi kryteriami jakości nasienia, jak: ruchliwość, koncentracja czy przeżywalność komórek plemnikowych. Utrzymanie wysokiej wartości biologicznej nasienia zależy również od jego statusu antyoksydacyjnego. Plemniki ptaków różnią się od męskich komórek rozrodczych ssaków zarówno zawartością, jak i rodzajem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Układy antyoksydacyjne w nasieniu ptaków i ssaków także są odmienne.

W piśmiennictwie naukowym dostępne są przeglądowe artykuły dotyczące procesów oksydacyjnych w komórkach plemnikowych ssaków, w tym człowieka, natomiast brakuje takich prac w odniesieniu do plemników ptaków, w tym drobiu.

W związku z powyższym celem prezentowanej pracy było przedstawienie składu lipidów komórek plemnikowych podstawowych gatunków drobiu i ich wrażliwości na stres oksydacyjny z uwzględnieniem roli enzymatycznych i nieenzymatycznych systemów antyoksydacyjnych.

Charakterystyka lipidów

Spośród poszczególnych klas lipidów komórek plemnikowych drobiu triacyloglicerole charakteryzują się najniższym stopniem nienasycenia kwasów tłuszczowych. Poziom długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w tej frakcji lipidów jest niski. Natomiast znaczącą pozycję zajmują jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA), głównie kwas oleinowy, i nasycone – na czele z kwasem palmitynowym [7, 17].

Frakcja estrów cholesterolu jest nieco mniej nasycona niż triacyloglicerole, lecz w znacznie większym stopniu niż fosfolipidy. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe reprezentowane są tutaj przede wszystkim przez kwas linolowy i arachidonowy, a MUFA i nasycone – odpowiednio przez kwas oleinowy, palmitynowy i stearynowy [7, 17]. Należy zaznaczyć, że zawartość triacylogliceroli i estrów cholesterolu w lipidach całkowitych plemników jest bardzo mała.

Dominującą klasą lipidów w plemnikach są fosfolipidy, a ich skład decyduje o ostatecznym profilu lipidowym tych komórek. Fosfolipidy komórek plemnikowych ptaków charakteryzują się wysoką zawartością długołańcuchowych (20–22) wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. W odróżnieniu od męskich komórek rozrodczych ssaków, w których PUFA reprezentowane są głównie przez kwasy omega-3, w plemnikach ptaków dominują wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-6. W puli kwasów tej serii ilościowo przeważają kwas arachidonowy 20 : 4n-6 i dokoza-tetraenowy 22 : 4n-6 [6,16]. Godny odnotowania jest również fakt, że poziom PUFA w plemnikach ptaków jest niższy niż w męskich komórkach rozrodczych ssaków [8, 16]. W mniejszych ilościach w komórkach plemnikowych drobiu występują jednonienasycone i nasycone kwasy tłuszczowe. MUFA reprezentowane są głównie przez kwas oleinowy 18 : 1n-9, a nasycone przez kwas stearynowy 18 : 0 i kwas palmitynowy 16 : 0. Zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych jest niska w porównaniu z nasyconymi i PUFA [16].

Keslo i in. [7] uważają, że różnice w profilach kwasów tłuszczowych fosfolipidów plemników u ptaków i ssaków mogą być związane z temperaturą, w której utrzymywane są jadra tych zwierząt (u ptaków o kilka stopni wyższa). Cytowani wyżej autorzy próbują uzasadnić swoją hipotezę m.in. na podstawie kwasu tłuszczowego C-22. Kwas ten w plemnikach ssaków występuje jako 22 : 6n-3, natomiast w komórkach plemnikowych ptaków jest uboższy o 2 wiązania podwójne i występuje jako kwas 22 : 4n-6. Zdaniem wspomnianych autorów różnica w stopniu nienasycenia tego kwasu jest wyrazem adaptacji właściwości biofizycznych błon plemnikowych do różnych temperatur środowiska jąder. Wiadomo [12] bowiem, że różnice w składzie długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych fosfolipidów mogą oddziaływać na giętkość i sprężystość błon komórkowych. W odniesieniu do plemników takie profile lipidowe mogą być niezbędne, żeby mogły one uzyskać w odpowiednich warunkach środowiskowych charakterystyczne ruchy witki. Jednakże nale-

Tabela 1. Procentowy skład kwasów tłuszczowych w plemnikach drobiu wg Surai i in. [16]

Kwasy tłuszczowe	Kogut	Indor	Kaczor	Gąsior	Perlik
Nasycone					
16 : 0	9,5	12,4	21,5	17,0	15,4
18 : 0	19,1	17,7	11,5	15,4	15,8
20 : 0	1,3	1,2	1,1	1,7	3,8
Jednonienasycone					
18 : 1n-9	11,4	7,7	5,9	13,7	9,1
18 : 1n-7	2,1	2,5	2,1	2,1	2,1
20 : 1n-9	3,6	9,2	0,7	1,1	1,2
n-6 wielonienasycone					
18 : 2	2,6	4,6	3,8	5,7	3,8
20 : 3	1,6	0,9	1,0	0,5	<0,5
20 : 4	11,7	9,4	18,9	13,3	15,8
22 : 4	27,9	12,6	19,9	17,5	19,4
n-3 wielonienasycone					
22 : 5	0,5	0,7	0,6	<0,5	<0,5
22 : 6	2,1	2,7	8,0	2,8	1,7
n-9 wielonienasycone					
20 : 3	<0,5	2,7	<0,5	0,9	1,0
22 : 3	3,8	9,2	0,6	1,4	4,3

ży się zgodzić z końcową konkluzją autorów hipotezy, że obserwacje te wymagają dalszych badań.

Należy podkreślić, że skład lipidów plemników ptactwa domowego jest zróżnicowany gatunkowo (tab. 1). Poziom PUFA w komórkach plemnikowych indora jest zbliżony do analogicznej wartości w plemnikach gąsiora i jednocześnie niższy niż u takich gatunków, jak: kogut, kaczor czy perlik. Spośród wymienionych w tabeli 1 gatunków drobiu plemniki indora, mając najniższy stopień nienasycenia kwasów tłuszczowych, charakteryzują się jednocześnie najdłuższym okresem płodności [16]. Znamioną cechą lipidów plemników indora jest proporcjonalnie wysoka zawartość kwasów omega-9 i relatywnie niska koncentracja 22 : 4n-6. Lipidy plemników gąsiora charakteryzuje relatywnie wysoka zawartość kwasów 18 : 1n-9 i 18 : 2n-6, natomiast całkowita zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jest niższa niż w komórkach plemnikowych koguta. Plemniki kaczora zawierają duże ilości PUFA i niewielkie MUFA. Ponadto wyróżniają się prawie 3-krotnie wyższą zawartością kwasu dokozaheksaenowego 22 : 6n-3 w porównaniu z innymi gatunkami drobiu wymienionymi w tabeli 1.

Jeżeli chodzi o skład kwasów tłuszczowych w poszczególnych klasach fosfolipidów, to badania Surai i in. [17] wykazały, że w plemnikach kaczora fosfatydyloseryna charakteryzuje się największym stopniem nienasycenia, spowodowanym wysokimi

proporcjami 22 : 6n-3, 22 : 5n-6, 22 : 4n-6 i 20 : 4n-6 obejmującymi łącznie ponad 75% całości kwasów tłuszczowych tej frakcji. Frakcja fosfatydyloetanoloaminy także zawiera wysokie proporcje wyżej wymienionych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które razem stanowią 60% całości kwasów tłuszczowych w tych fosfolipidach. W klasie fosfatydylocholin dominującą pozycję zajmują kwasy nasycone na czele z kwasem palmitynowym, który stanowi około połowy (48,3%) zawartości wszystkich tych związków. Należy również nadmienić, że wraz z wiekiem ptaków następują zmiany w składzie fosfolipidów nasienia. I tak dla przykładu wykazano [6], że spadek spermatogenezy i jakości nasienia u kogutów w wieku około 60 tygodni były powiązane ze spadkiem zawartości kwasów tłuszczowych 20 : 4n-6 i 22 : 4n-6 we frakcji fosfatydyloetanoloamin. Szczególnie proporcjonalna zawartość 22 : 4n-6 w fosfolipidach plemników wykazuje istotną negatywną korelację z wiekiem kogutów, a także pozytywną korelację z ruchliwością plemników i zdolnością zapładniającą [1].

Peroksydacja lipidów

Wysoka zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w plemnikach czyni je podatnymi na peroksydację lipidów. W procesie tym za pośrednictwem reaktywnych form tlenu (RFT) generowane są nadtlenki lipidów, które w końcowym etapie rozkładane są do prostszych związków, w tym dialdehydu malonowego (MDA). Poziom MDA w plemnikach koreluje negatywnie ze wskaźnikami morfologicznymi i biochemicznymi tych komórek oraz wartością biologiczną nasienia.

Podczas indukowanej Fe^{2+} peroksydacji lipidów w plemnikach koguta preferencyjnie oksydowane są kwasy 20 : 4n-6, 22 : 4n-6 i kwas 22 : 6n-3. Kwasem tłuszczowym, który ulega najszybciej i w najwyższym stopniu procesom peroksydacji w plemnikach ptaków, jest kwas dokozaheksaenowy, omega-6 (22 : 4n-6) [18], w odróżnieniu od ssaków, gdzie rozszczepieniu ulegają przede wszystkim kwas dokozaheksaenowy, omega-3 (22 : 6n-3) i kwas arachidonowy, omega-6 (20 : 4n-6) [4].

W plemnikach kaczora i koguta podczas godzinnej peroksydacji lipidów, indukowanej jonami Fe^{2+} w stężeniu $1 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$, uzyskano odpowiednio nieco ponad 13,0 i 15,0 $\mu\text{g MDA} \cdot 10^{-9} \text{ pl.} \cdot \text{h}^{-1}$. W obecności plazmy (10% v/v inkubacyjnego medium) procesy oksydacyjne uległy znacznemu obniżeniu o około 50% w plemnikach koguta i aż ponad 70% w komórkach plemnikowych kaczora [17].

Całkowita aktywność antyoksydacyjna plazmy nasienia ptaków jest zróżnicowana gatunkowo. Badania Surai i in. [16] wykazały, że spośród kilku gatunków drobiu wartość ta była najwyższa u indora, kilkukrotnie niższa u kaczora i gąsiora, a najniższa u perlaka i koguta. Najwyższy poziom białka odnotowano również w plazmie nasienia indora ($19,6 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$), następnie gąsiora ($6,31 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$) i kaczora ($5,72 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$), a najniższy w plazmie nasienia koguta i perlaka, odpowiednio $4,69$ i $3,04 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$. Całkowita antyoksydacyjna aktywność plazmy nasienia ptactwa do-

mowego (dane dotyczą koguta) jest zbliżona do analogicznej wartości w plazmie nasienia człowieka [3, 18]. Jednocześnie cytowani autorzy podkreślają, że u ptaków nieznane są poszczególne komponenty plazmy nasienia, które składają się na tę aktywność. Wiadomo natomiast, że na tę aktywność składają się zarówno czynniki termostabilne jak i termolabilne. Termolabilne komponenty w plazmie nasienia są odpowiedzialne za około połowę jej antyoksydacyjnej aktywności [17].

Procesy peroksydacyjne stwarzają duże problemy szczególnie podczas coraz częściej stosowanej konserwacji nasienia ptaków. Konserwacja nasienia w stanie płynnym wymaga warunków tlenowych, w których szkodliwe zmiany oksydacyjne w fosfolipidach błon plemnikowych mogą przebiegać ze wzmożoną aktywnością. W ostatnich latach prowadzi się wiele badań nad skutecznością dodatku do rozcieńczalników nasienia ptaków różnego rodzaju antyoksydantów, włączając m.in. witaminy E i C.

Układy antyoksydacyjne

Podstawowe antyoksydacyjne układy enzymatyczne u ptaków, podobnie jak u ssaków [4, 10, 13, 14], reprezentowane są głównie przez dysmutazę ponadtlenkową (SOD) i peroksydazę glutationową (GSH-Px). Dysmutaza ponadtlenkowa katalizuje reakcję dysmutacji anionorodników ponadtlenkowych ($O_2^- + O_2^- + 2H^+ = H_2O_2 + O_2$). Produktem tej reakcji jest nadtlenek wodoru i w związku z powyższym wspomniany enzym musi współdziałać z innymi układami neutralizującymi ten toksyczny związek. Funkcję tę pełni głównie peroksydaza glutationowa, która redukuje nadtlenek wodoru do wody w obecności zredukowanego glutationu (GSH) w reakcji; $2GSH + H_2O_2 = GSSG + 2H_2O$. Utworzony w tej reakcji disulfid glutationu (GSSG) jest z powrotem redukowany do GSH w reakcji katalizowanej przez reduktazę glutationową ($GSSG + NADPH + H^+ = 2GSH + NADP^+$).

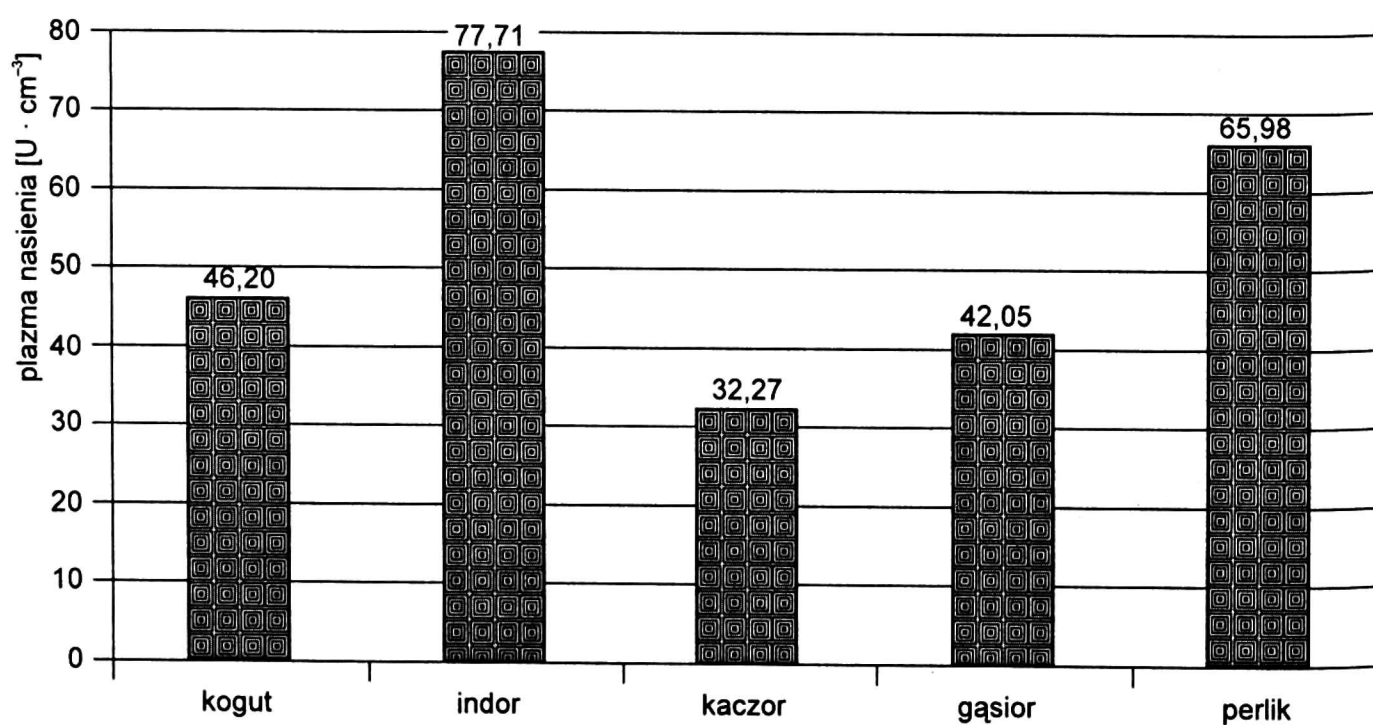
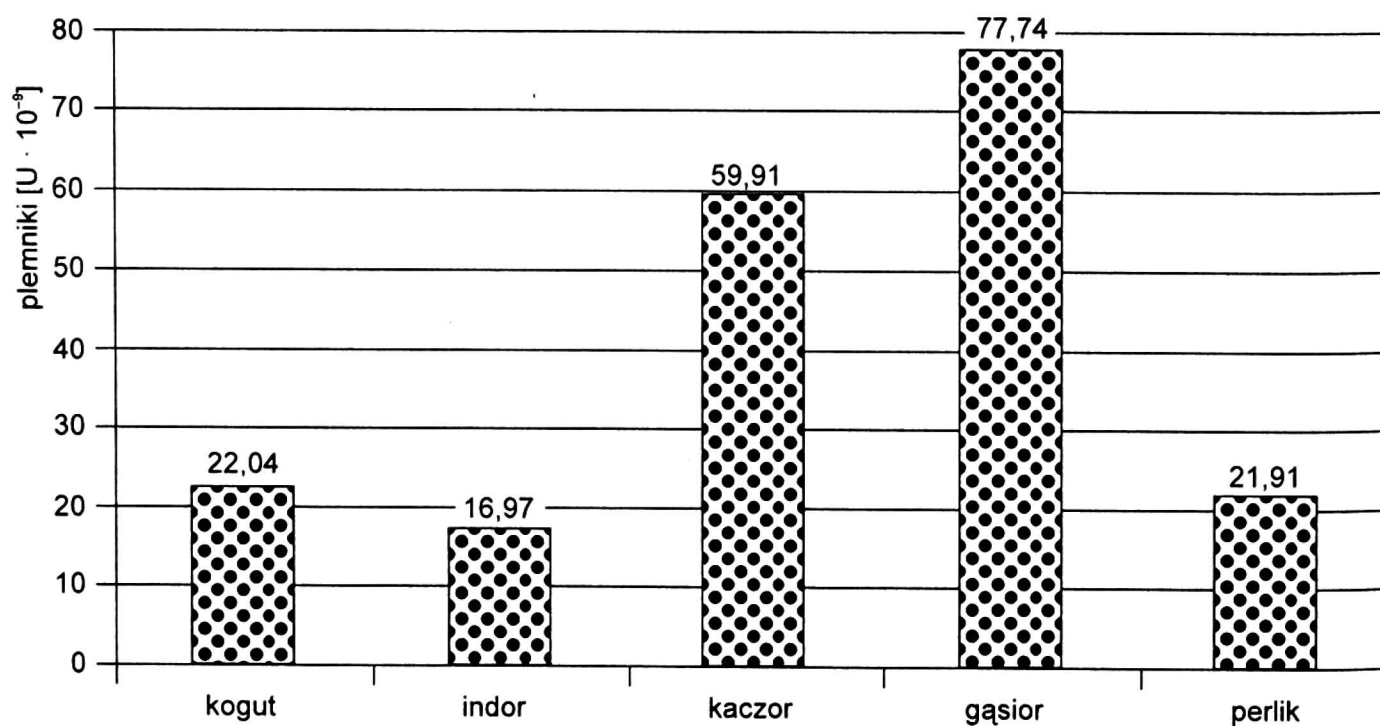
Znaczne aktywności obu omawianych enzymów (SOD i GSH-Px) wykryto w nasieniu wielu gatunków ptactwa domowego [16, 18, 19].

Jeżeli chodzi o GSH-Px, to w nasieniu ptaków wykryto znaczną aktywność peroksydazy glutationowej selenozależnej i niewielką peroksydazy glutationowej selenoniezależnej. Obie formy enzymu były zlokalizowane zarówno w plazmie nasienia, jak i komórkach plemnikowych. Szczególnie wysoką aktywnością selenozależnej peroksydazy glutationowej charakteryzują się komórki plemnikowe gąsiora, prawie 6-krotnie wyższą niż plemniki indora (tab. 2).

Zawartość dysmutazy ponadtlenkowej w nasieniu drobiu jest również zróżnicowana gatunkowo. I tak dla przykładu aktywność SOD w komórkach plemnikowych gąsiora jest około 3,5-krotnie wyższa niż u koguta i aż ponad 4,5-krotnie wyższa niż w plemnikach indora (rys. 1).

Tabela 2. Aktywność peroksydazy glutationowej (GSH-Px) w plemnikach i plazmie nasienia drobiu wg Surai i in. [16]

Gatunek	Plemniki [$U \cdot 10^{-9}$]		Plazma nasienia [$U \cdot dm^{-3}$]	
	GSH-Px Se-zależna	GSH-Px Se-niezależna	GSH-Px Se-zależna	GSH-Px Se-niezależna
Kogut	34,55	9,91	214,97	53,66
Indor	25,46	6,29	227,05	145,15
Kaczor	58,71	13,86	110,84	25,59
Gąsior	151,16	27,52	131,29	27,88
Perlik	10,34	1,49	91,75	148,89



Rysunek 1. Aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) w plemnikach i plazmie nasienia drobiu. Opracowano na podstawie pracy Surai i in. [16]

W nasieniu ptaków, podobnie jak u ssaków, wykazano obecność dwóch izoenzymów SOD, a mianowicie dysmutazę cynkowo-miedziową (Zn,Cu-SOD) i dysmutazę manganową (Mn-SOD) [16]. Dystrybucja aktywności dysmutazy ponadtlenkowej między dwa izoenzymy Mn-SOD i Cu,Zn-SOD w komórkach plemnikowych jest zróżnicowana u poszczególnych gatunków ptaków. W plemnikach koguta, indora, perlika i kaczora aktywność Mn-SOD jest wyższa niż izoenzymu miedziowo-cynkowego. Natomiast w komórkach plemnikowych gąsiora aktywność Cu,Zn-SOD jest prawie dwukrotnie wyższa w porównaniu do Mn-SOD. Wydaje się, że stosunkowo wysoka aktywność dysmutazy ponadtlenkowej w plemnikach niektórych gatunków drobiu, np. u kaczora, kompensuje wyższy poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w komórkach plemnikowych tego ptaka w porównaniu z innymi gatunkami. Odwrotnie komórki plemnikowe indora charakteryzują się niską zawartością PUFA i jednocześnie niską aktywnością SOD i GSH-Px [16].

Badania Surai i in. [18] wykazały, że w nasieniu koguta około 67% aktywności dysmutazy ponadtlenkowej znajduje się w plemnikach, a tylko 33% w plazmie nasienia. W plemnikach ulegają ekspresji dwie formy enzymu. Około 57% aktywności jest reprezentowane przez mitochondrialną formę enzymu (Mn-SOD), a 43% przez cytoplazmatyczną Cu,Zn-SOD. W plazmie nasienia koguta cytowani wyżej autorzy wykryli jedynie izoenzym miedziowo-cynkowy. Proporcjonalnie wysoka aktywność izoenzymu mitochondrialnego Mn-SOD w plemnikach ptaków może potwierdzać fakt, że również w tych komórkach głównym źródłem RFT są mitochondria.

Aktywność enzymów antyoksydacyjnych w nasieniu drobiu może być regulowana przez stosowanie odpowiedniego żywienia. Surai i in. [19] wykazali, że aktywność GSH-Px w nasieniu koguta może być wzmocniona przez dodatek do diety selenu.

Generalnie aktywności SOD i GSH-Px w plemnikach ptaków są niższe w porównaniu do męskich komórek rozrodczych ssaków [11,16].

Supresja LPO w nasieniu drobiu w dużej mierze jest wspomagana niskocząsteczkowymi substancjami antyoksydacyjnymi, takimi jak: witamina E, witamina C (kwas L-askorbinowy) czy glutation. Witamina E występuje głównie w postaci α -tokoferolu. Zawartość innych izomerów witaminy E, np. γ -tokoferolu, w komórkach plemnikowych jest niska. Witamina E i glutation są głównie zlokalizowane w plemnikach [18]. W nasieniu kaczora ponad 70% witaminy E znajduje się w komórkach plemnikowych [17]. Witamina E jest naturalnym stabilizatorem membran plemnikowych, a jej zawartość w komórkach plemnikowych jest powiązana z odpornością tychże na różne uszkodzenia podczas konserwacji w stanie płynnym, głębokiego mrożenia czy traktowania detergentami [2, 15]. Wraz ze wzrostem zawartości witaminy E w plemnikach koguta – na skutek suplementacji diety – zmniejsza się wrażliwość tych komórek na peroksydację lipidów zarówno w nasieniu świeżym [20, 21], jak i konserwowanym w stanie płynnym [19].

Witamina C jest rozdzielona między plemniki a plazmę nasienia [18]. W odniesieniu do wodno-rozpuszczalnej witaminy C uważa się, że redukuje ona peroksydację

lipidów głównie w plazmie nasienia i tylko w małym stopniu w membranach i wnętrzu komórki [5].

Priorytety wśród systemów antyoksydacyjnych w nasieniu ptaków są nierównomiernie rozłożone między układy enzymatyczne i niskocząsteczkowe. I tak na przykład plemniki kaczora zawierają ponad 4-krotnie mniej witaminy E niż nasienie koguta [17]. Niski poziom witaminy E w plemnikach tego ptaka jest kompensowany stosunkowo wysoką aktywnością dysmutazy ponadtlenkowej i peroksydazy glutationowej oraz znaczną aktywnością antyoksydacyjną plazmy nasienia. Z trzech omawianych niskocząsteczkowych antyoksydantów w nasieniu koguta zawartość kwasu L-askorbinowego jest prawie 2,5-krotnie wyższa niż glutationu i ponad 100-krotnie wyższa niż α -tokoferolu [18].

Warto również zaznaczyć, że Surai i in. [18] podnoszą, że w dostępnym piśmiennictwie naukowym brakuje informacji na temat innych nieenzymatycznych antyoksydantów w nasieniu drobiu, takich jak np. witamina A, karotenoidy czy kwas moczowy.

Uwagi końcowe

Badania ostatnich lat wykazały, że limitowany stres oksydacyjny w plemnikach ssaków, w tym człowieka, odgrywa pozytywną rolę w procesie zapłodnienia. Wykazano m.in., że reaktywne formy tlenu pełnią regulacyjną funkcję podczas kapacytacji i reakcji akrosomalnej męskich komórek rozrodczych ssaków. Tematyka ta jest szerzej omówiona we wcześniejszej pracy autorki [9]. Jeżeli natomiast chodzi o nasienie ptaków, to problem ten jest nadal otwarty i pozostaje do wyjaśnienia.

Literatura

- [1] Cerolini S., Keslo K.A., Noble R.C., Speake B.K., Pizzi F., Cavalchini L.G. 1997. Relationship between spermatozoan lipid composition and fertility during aging of chickens. *Biol. Reprod.* 57: 976–980.
- [2] Donoghue A.M., Donoghue D.J. 1997. Effects of water- and lipid-soluble antioxidants on turkey sperm viability, membrane integrity, and motility during liquid storage. *Poult. Sci.* 76: 1440–1445.
- [3] Gavella M., Lipovac V., Vucic M., Rocic B. 1996. Superoxide anion scavenging capacity of human seminal plasma. *Int. J. Androl.* 19: 82–90.
- [4] Griveau J.F., Dumont E., Renard P., Callegari J.P., Le Lannou D. 1995. Reactive oxygen species, lipid peroxidation and enzymatic defence systems in human spermatozoa. *J. Reprod. Fert.* 103: 17–26.
- [5] Hammerstedt R.H. 1993. Maintenance of bioenergetic balance in sperm and prevention of lipid peroxidation: A review of the effect on design of storage preservation systems. *Reprod. Fert. Dev.* 5: 657–690.

- [6] Keslo K.A., Cerolini S., Noble R.C., Sparks N.H.C., Speake B.K. 1996. Lipid and antioxidant changes in semen of broiler fowl from 25 to 60 weeks of age. *J. Reprod. Fert.* 106: 201–206.
- [7] Keslo K.A., Cerolini S., Noble R.C., Sparks N.H.C., Speake B.K. 1997. The effects of dietary supplementation with docosahexaenoic acid on the phospholipid fatty acid composition of avian spermatozoa. *Comp. Biochem. Physiol.* 118B (1): 65–69.
- [8] Keslo K.A., Redpath A., Noble R.C., Speake B.K. 1997. Lipid and antioxidant changes in spermatozoa and seminal plasma throughout the reproductive period of bulls. *J. Reprod. Fert.* 109: 1–6.
- [9] Luberd Z. 2001. Współczesne poglądy dotyczące wpływu reaktywnych form tlenu na funkcje plemników u ssaków. *Post. Biol. Kom.* 28(3): 309–316.
- [10] Luberd Z., Strzeżek J. 1990. Wybrane aspekty peroksydacji lipidów w nasieniu. *Post. Nauk Rol.* 4/5/6: 95–107.
- [11] Mannella M.R.T., Jones R. 1980. Properties of spermatozoal superoxide dismutase and lack of involvement of superoxides in metal-ion-catalysed lipid peroxidation reactions in semen. *Biochem. J.* 191: 289–297.
- [12] Neuringer M., Anderson G.J., Connor W.E. 1998. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Ann. Rev. Nutr.* 8: 517–541.
- [13] Strzeżek J. 1999. Plazma nasienia a niektóre funkcje biologiczne plemników. *Post. Biol. Kom.* 26(12): 59–68.
- [14] Strzeżek J., Łapkiewicz S., Lecewicz M. 1999. A note on antioxidant capacity of boar seminal plasma. *Ann. Sci. Pap. Rep.* 17(4): 181–188.
- [15] Surai P.F. 1992. Vitamin E feeding of poultry males. Proc. XIX World' Poultry Congress, Amsterdam, The Netherlands. Vol.1: 578–581.
- [16] Surai P.F., Blesbois E., Grasseau I., Chalah T., Brillard J-P., Wishart G.J., Cerolini S., Sparks N.H.C. 1998. Fatty acid composition, glutathione peroxidase and superoxide dismutase activity and total antioxidant activity of avian semen. *Comp. Biochem. Physiol.* 120B: 527–533.
- [17] Surai P.F., Brillard J-P., Speake B.K., Blesbois E., Seigneurin F., Sparks N.H.C. 2000. Phospholipid fatty acid composition, vitamin E content and susceptibility to lipid peroxidation of duck spermatozoa. *Theriogenology* 53: 1025–1039.
- [18] Surai P.F., Cerolini S., Wishart G.J., Speake B.K., Noble R.C., Sparks N.H.C. 1998. Lipid and antioxidant composition of chicken semen and its susceptibility to peroxidation. *Poultry Avian Biol. Rev.* 9(1): 11–23.
- [19] Surai P., Kostjuk I., Wishart G., Macpherson A., Speake B., Noble R., Ionov I., Kutz E. 1998. Effect of vitamin E and selenium supplementation of cockerel diets on glutathione peroxidase activity and lipid peroxidation susceptibility in sperm, testes and liver. *Biol. Trace Element Res.* 64: 119–138.
- [20] Surai P.F., Kutz E., Wishart G. J., Noble R.C., Speake B.K. 1997. The relationship between the dietary provision of α -tocopherol and the concentration of this vitamin in the semen of chicken: effects on lipid composition and susceptibility to peroxidation. *J. Reprod. Fert.* 110: 47–51.
- [21] Surai P.F., Noble R.C., Sparks N.H.C., Speake B.K. 2000. Effect of long-term supplementation with arachidonic or docosahexaenoic acids on sperm production in the broiler chicken. *J. Reprod. Fert.* 120: 257–264.

Lipids in poultry semen – biochemical characteristics and susceptibility to peroxidation

Key words: poultry semen, polyunsaturated fatty acids, lipid peroxidation, antioxidants

Summary

Avian spermatozoa are characterized by very high proportions of long chain polyunsaturated fatty acids. Polyunsaturated fatty acids of n-6 series are dominant in the phospholipid composition of avian spermatozoa, whereas those of n-3 series are dominant in mammalian spermatozoa. Arachidonic acid (20 : 4n-6) and docosatetraenoic acids (22 : 4n-6) are most representative among the PUFAs of avian spermatozoa. High level of PUFAs may promote lipid peroxidation. Seminal plasma has shown to have antioxidant properties. The enzymatic antioxidant systems are represented mainly by superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH-Px). Generally, SOD and GSH-Px activity in avian spermatozoa is lower than that in the male reproductive cells of mammals. Also nonenzymatic antioxidants such as glutathion, vitamins C (L-ascorbic acid) and E (α -tocopherol) occur in avian semen. Increased vitamin E concentration in avian spermatozoa is associated with reduction of their susceptibility to lipid peroxidation.