

Ocena jakości i wartości biologicznej nasienia lisów polarnych w okresie sezonu rozrodczego

BOGDAN JANICKI, JOANNA SOLIŃSKA, PAWEŁ ŁAKOTA*

Katedra Biologii Małych Przeżuwaczy i Biochemii Środowiska oraz *Katedra Biotechnologii Zwierząt
Wydziału Zootechnicznego ATR, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Janicki B., Solińska J., Łakota P.

Evaluation of the quality and biological value of semen of polar foxes in the breeding season

Summary

In connection with scarce publications on the qualities of polar fox semen and the mutual relationship between particular features of the semen, the undertaken research aimed at specifying selected polar fox semen indicators and determining possible mutual correlations between them. The semen for analysis was collected 7 times from 18 foxes during the period of their sexual activity. In total, 126 ejaculates were obtained and they underwent detailed assessment. The total ejaculate bulk was determined as well as mass spermatozoa movement, the proportional share of hyperactive spermatozoa (preceded by sperm rotation in the percoll's gradient), ejaculate pH, fructose concentration, the proportional share of spermatozoa not connected with antisperm antibodies and the proportional share of spermatozoa characterized by structural differences. Additionally, the interdependence between the semen quantity and quality and the breeding effectiveness of the analyzed foxes was examined and assessed. The results of the research indicate the high biological quality of the semen investigated during the whole breeding period, which led to high breeding results. The interdependence between the over all effectiveness of the analyzed specimens and the spermatozoa movement, and the proportional share of hyperactive – i.e. ready to fertilize – spermatozoa was observed. This indicates that separating spermatozoa in the percoll's gradient as a method of spermatozoa preparation allows for in vitro selection of specimens of the best qualities and is useful in case of applying insemination.

Keywords: polar fox, semen quality, reproduction

Wysoki poziom cech związanych z reprodukcją ma decydujący wpływ na efektywność produkcji zwierzęcej. Rozród zwierząt, w tym rozród zwierząt futerkowych, jest zagadnieniem niezwykle złożonym, uzależnionym zarówno od założeń genetycznych osobnika, jak i czynników środowiskowych (15, 23).

Znajomość chemizmu oraz specyfiki metabolizmu nasienia jest, na obecnym etapie rozwoju sztucznego unasienniania zwierząt, główną miarą postępu w rozrodczej. Uzyskane nasienie, a zwłaszcza jego plazma, stanowi doskonałe źródło informacji o aktywności sekrecyjnej poszczególnych odcinków układu rozrodczego. Natomiast skuteczność zapłodnienia, jak również liczebność miotu w dużym stopniu uzależnione są od cech fizycznych, tj. ruchliwości i koncentracji plemników, które zmieniają się wraz z intensyfikacją użytkowania rozrodczego. Uzyskanie nasienia umożliwia pełną jego ocenę (ilościową i jakościową), a przez to także wstępną ocenę płodności samca (27).

W związku z nielicznymi publikacjami dotyczącymi właściwości nasienia lisów polarnych podjęto badania, których celem było oznaczenie wybranych wskaźników nasienia lisa polarnego i ewentualnych wzajemnych korelacji między nimi. Ponadto określono zależności po-

między ilością i jakością nasienia a efektywnością rozrodczą analizowanych lisów.

Materiał i metody

Badaniami zostały objęte lisy polarne (*Alopex lagopus*) pochodzące z fermy zwierząt futerkowych w Ł., woj. kujawsko-pomorskie. Materiał do badań pobrano od grupy 18 lisów. Nasienie do analiz pobrano 7-krotnie w okresie aktywności płciowej, tj. od 1 marca do 11 maja 2004 r., w równych odstępach czasowych (10-12 dni).

Łącznie uzyskano 126 ejakulatów, które poddano szczegółowej ocenie na podstawie badań morfologicznych, bakteriologicznych i immunologicznych. Określono objętość całkowitą ejakulatu (ml), przy pomocy kalibrowanej probówki oraz pH nasienia; zgodnie z metodyką podaną przez Bielańskiego (2). Mikroskopowe badanie przeprowadzono w temperaturze 37,7-38,0°C, w tym celu wykorzystano elektrycznie ocieplany stolik z mikrostatem. Ocenę masowego ruchu plemników (tzw. falowania) przeprowadzono pod powiększeniem 100 ×, na stoliku Bloma. Nasilenie ruchu określono według skali szacunkowej wyrażonej krzyżkami (2). Koncentrację plemników w jednostce objętości obliczono metodą cytometryczną w komorze Bürkera, po uprzednim rozrzedzeniu nasienia 3% roztworem NaCl. Na podstawie średniej liczby plemników, stopnia rozrzedzenia i objętości nasienia

wyliczono koncentrację plemników wg wzoru zaproponowanego przez Bielańskiego (2). Przeprowadzono również badanie morfologiczne, określając odsetek plemników prawidłowych w rozmazach barwionych metodą bydgoską. Preparaty oglądano pod mikroskopem fazowo-kontrastowym, pod powiększeniem $400\times$, licząc prawidłowe i zmienione formy plemników wg klasyfikacji zaproponowanej przez Bloma (3). Stężenie fruktozy oznaczono zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Manna (17). Obecność przeciwciał przeciwplemnikowych w nasieniu stwierdzono za pomocą testu bezpośredniego SpermMar IgG Test FertiPro, Belgium. Pod powiększeniem $400\times$ oceniono 100 plemników i obliczono procent plemników związanych z przeciwciałami przeciwplemnikowymi (4, 16). Do separacji plemników został wykorzystany percoll, będący sterylnym koloidalnym roztworem cząsteczek dwutlenku krzemu pokrytych PVP (poliwinylpiperolidonem) (Pharmacia, Uppsala Szwecja) (17). Metoda ta polega na wirowaniu plemników w gradientach różnych stężeń koloidalnych roztworów krzemu. Plemniki najbardziej ruchliwe przechodzą przez gęstsze 80% warstwy percollu, zbierając się na dnie próbówki, natomiast plemniki mniej ruchliwe i martwe pozostają w górnych partiach. Odczytu średniej liczby plemników ruchliwych dokonano w hemocytometrze – komora Bürkera, bez rozcieńczania nasienia (10, 11). Następnie na podstawie koncentracji plemników w nasieniu świeżym i w nasieniu po wcześniejszej separacji plemników metodą gradientów stężeń obliczono procentowy udział plemników hiperaktywowanych (10). W celu oceny zdolności reprodukcyjnej samców ustalono płodność i plenność badanych osobników. Ocenę współzależności między analizowanymi cechami przeprowadzono w oparciu o współczynniki korelacji Spearmana dla cech nie wykazujących rozkładu normalnego i współczynniki Pearsona dla cech o rozkładzie normalnym.

Wyniki i omówienie

Wyniki oceny jakości nasienia badanych lisów polarnych przedstawiono w tab. 1.

Objętość ejakulatów wahała się od 0,2 do 1,5 ml, wynosząc średnio 0,46 ml (tab. 1) i zawierała się w granicach przyjętych dla tego gatunku zwierząt (12, 18). Nieco wyższe wartości w zakresie tej cechy uzyskali w swoich badaniach Szeleszczuk (24) – 0,6 ml oraz Barta (1) – 0,98 ml. Podobnie ejakulatory lisów srebrzystych charakteryzowały się większą objętością, wynosiła ona średnio od 1 ml (5) do 1,3-1,9 ml (6). Znacznie wyższe objętości ejakulatów zaobserwowano w nasieniu innych gatunków z rodziny psowatych: psów – średnio 3,0 ml (19) i wilków – średnio 4,9 ml (9).

Koncentracja plemników w badanych ejakulatach lisów polarnych wynosiła średnio 1075×10^6 w ml i korespondowała z wartościami uzyskanymi przez Szeleszczuk, wynoszącymi 1300×10^6 w ml (24). Znacznie niższe wartości – w granicach $155-495 \times 10^3$ w mm^3 – u tego samego gatunku lisa, otrzymał Barta (1). W badaniach dotyczących nasienia psów koncentracja plemników wynosiła średnio od $401-423 \times 10^6$ (7) do 775×10^6 w ml (22). Przedstawione wyniki wskazują na duże różnice w koncentracji plemników między badanym gatunkiem lisa polarnego a lisem srebrzystym, u którego, według dostępnych danych, średnia koncentracja kształtuje się od 79,8 do 100×10^6 na ml (5, 6). Zbliżone war-

Tab. 1. Ocena jakości nasienia lisa polarnego w badanym sezonie rozrodczym

Cechy	\bar{x}
Objętość ejakulatu (ml)	0,46
Koncentracja plemników ($\times 10^6/\text{ml}$)	1075
Koncentracja plemników poprzedzona wirowaniem w gradiencie percollu ($\times 10^6/\text{ml}$)	178
% udział plemników hiperaktywowanych (po uprzednim wirowaniu w gradiencie percollu)	18,06
pH ejakulatu	6,22
Stężenie fruktozy (mg/100 ml)	151,17
% udział plemników „wolnych” – niezwiązanych z przeciwciałami przeciwplemnikowymi IgG	98,96
% udział plemników morfologicznie normalnych	93,31
% udział plemników z morfologią nieprawidłową	6,69
% udział plemników z wadami głównymi	0,38
% udział plemników z wadami podrzędnymi	6,31

tości w zakresie analizowanej cechy, w badaniach dotyczących nasienia nutrii, otrzymała Szeleszczuk (25).

Rozdział nasienia na poszczególne frakcje, przez jego wirowanie w gradientach różnych stężeń percollu pozwala na uzyskanie plemników hiperaktywowanych, a więc zdolnych do zapłodnienia oraz odpowiednio plemników martwych, leukocytów, bakterii i grzybów (20). Koncentracja frakcji plemników zdolnych do zapłodnienia, w badanych ejakulatach, wynosiła średnio 178×10^6 w ml. Natomiast procentowy udział warstwy plemników hiperaktywowanych kształtował się w granicach od 0,85 do 81,18 (tab. 1). Badania dotyczące nasienia psów potwierdzają celowość stosowania tej metody preparacji plemników u psowatych (11, 21). Udział plemników we frakcjach, które zawierały ich najwięcej, wynosił odpowiednio 14,0; 20,2 i 43,4% (10).

pH nasienia lisów wynosiło średnio 6,22. Uzyskane wyniki potwierdzają rezultaty badań Brzozowskiego (6), w których pH nasienia pochodzącego od lisów srebrzystych wynosiło 6,2. Według norm cytowanych przez Manna (17), pH nasienia lisów powinno mieścić się w granicach 6,2-6,4. Podwyższone pH nasienia świadczy, według Bielańskiego (2), o stanach zapalnych gruczołów pęcherzykowych.

Stężenie fruktozy w analizowanych ejakulatach wynosiło średnio 151,17 mg/100 ml (tab. 1).

Wyniki testu bezpośredniego SpermMar IgG (FertiPro) uzależnione są od procentowej liczby plemników, których powierzchnia uległa związaniu z przeciwciałami przeciwplemnikowymi. W przypadku kiedy 10-39% ruchliwych plemników zostanie pokrytych przez cząsteczki lateksu, można spodziewać się niepłodności z przyczyn immunologicznych. Natomiast gdy liczba związanych plemników przekroczy 40%, diagnoza o niepłodności immunologicznej jest wysoce prawdopodobna. Procentowy udział plemników niezwiązanych z przeciwciałami przeciwplemnikowymi IgG wahał się od 97 do 100 (tab. 1). Obecność plemników związanych z przeciwciałami plemnikowymi stwierdzono w 95 ejakulatach (75,40%), przy czym liczba ta wahała się od 1% (66 pró-

bek nasienia – 52,38%) do 3% (7 próbek – 5,56%). Natomiast 31 ejakulatów (24,6%) odznaczało się brakiem związanych przeciwciał w klasie IgG. Wyniki testu wskazują więc na odczyn negatywny, w związku z czym nie ma podstaw do wysunięcia przypuszczenia o niepłodności na tle immunologicznym. Niniejsze wyniki wydają się potwierdzać wysoką zdolność badanych plemników do zapłodnienia. Badania przeprowadzone na nasieniu ludzkim potwierdzają skuteczność tego testu w przypadku niepłodności spowodowanej przyczynami idiopatycznymi o podłożu immunologicznym (4). Według badań dotyczących funkcji nasienia ludzkiego, przeciwciała są odpowiedzialne za 6-7% przypadków niepłodności męskiej (13).

Otrzymane wyniki oceny morfologicznej wykazały, że 93,3% zaobserwowanych plemników odznaczało się prawidłową budową, co sugeruje ich wysoką zdolność do zapłodnienia. Wady główne stanowiły 0,38%, a podrzędne 6,31% (tab. 1). Wśród wad głównych plemników, najczęściej wystąpiło wada Daga – 71%, pozostałe 29% stanowiły wady wstawki. W żadnym z analizowanych preparatów nie zaobserwowano zmian w obrębie akrosomu i nieprawidłowego kształtu główki. Spośród wad podrzędnych najliczniejszą grupę stanowiły plemniki z pojedynczą pętlą wtki (3,49%), z luźnymi, prawidłowymi główkami (1,19%) oraz z pętlą na końcu wtki (1,06%). Zbliżone rezultaty oceny morfologicznej nasienia lisów srebrzystych uzyskał Brzozowski (6), u którego udział plemników prawidłowych kształtował się na poziomie 94,2%, natomiast zmiany pierwotne zaobserwowano u około 0,5% plemników. Znacznie większy udział plemników z wadami budowy (18,55%) stwierdził w swoich badaniach Barta (1), przy czym najczęstszą nieprawidłowością były deformacje w obrębie główki i stanowiły średnio 7,7%, oraz udział niedojrzałych form plemników – 5,06%.

Ruchliwość masy plemników w analizowanych ejakulatach oznaczono jako słabą, średnią i silną. Największą liczebność (67 próbek – 53,18%) stwierdzono w grupie o średnim ruchu falowym, silne falowanie wykazywało 49 (38,89%) ejakulatów, a słabą ruchliwość 10 (7,94%) ze wszystkich badanych próbek. Średnia ruchliwość obserwowanych preparatów kształtowała się w granicach 2,31 i spełniała kryteria przyjęte dla nasienia lisów używanego do inseminacji (++) (12, 28). Otrzymane wyniki wskazują na wysoką zdolność analizowanego nasienia do zapłodnienia. W badaniach Boue i wsp. (5) ruch masy plemników zawierał się w granicach od 0 do 3, wynosząc średnio 1,5.

Analiza uzyskanych w doświadczeniu współczynników korelacji (tab. 2) pozwoliła na ustalenie zależności między koncentracją plemników a objętością ejakulatu. Korelację, istotną statystycznie, potwierdziły dostępne wyniki badań innych autorów (7). Zależności między koncentracją plemników drugiej frakcji a objętością nie stwierdzono w badaniach dotyczących właściwości nasienia psów (19).

W przedstawionych badaniach wykazano istnienie ujemnej, potwierdzonej statystycznie zależności między koncentracją plemników a pH nasienia. U badanych lisów, podobnie jak u nutrii (25), ejakulatory o wysokiej

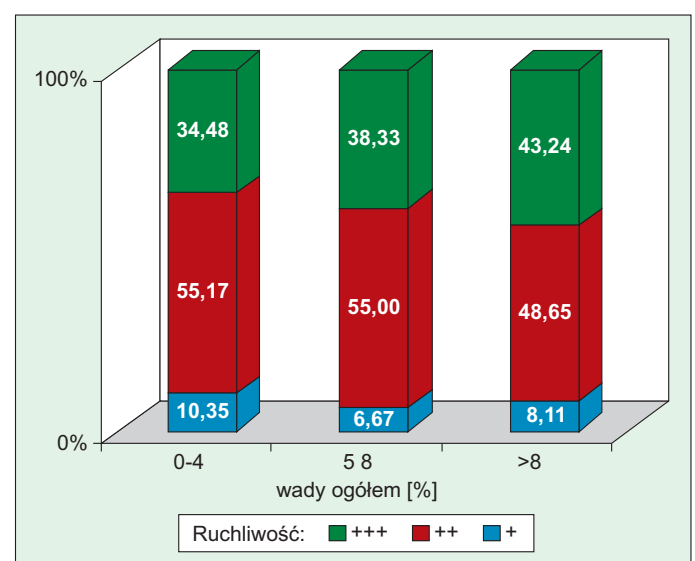
koncentracji plemników posiadały z reguły niskie pH, natomiast nasienia o małej koncentracji było bardziej zasadowe.

Istotną i wysoko istotną, dodatnią, korelację wykazano między koncentracją a stężeniem fruktozy i ruchem masy plemników. Brak zależności między koncentracją a udziałem plemników z nieprawidłową morfologią potwierdzają wyniki badań Niżańskiego (19), dotyczące nasienia psów. Na ryc. 1 przedstawiono współzależność między ruchliwością plemników a ich morfologią. Badane ejakulatory pogrupowano w zależności od stwierdzonych wad na 3 klasy: 1) 0-4 wad, 2) 5-8 wad i 3) powyżej 8 wad. Ruchliwość masy plemników oceniono w 3 klasach: jako słabą, średnią i silną. Nie stwierdzono istotnego wpływu liczby wad w budowie plemników na ruchliwość nasienia, o czym świadczy wyrównanie między 3 klasami analizowanych wad w obrębie każdej z klas ruchliwości (ryc. 1). Brak korelacji między ruchliwością plemników a udziałem wad w ich budowie u psa wykazał Niżański (19).

Tab. 2. Współczynniki korelacji między koncentracją plemników a pozostałymi parametrami jakości nasienia

Cechy	r
Objętość ejakulatu	-0,241**
pH ejakulatu	-0,804***
Stężenie fruktozy	0,197*
% udział plemników „wolnych” – niezwiązanych z przeciwciałami przeciwpłomnikowymi IgG	0,042
% udział plemników z morfologią nieprawidłową	0,121
% udział plemników z wadami głównymi:	0,211*
– wstawki	0,018
– wtki	0,221*
% udział plemników z wadami podrzędnymi	0,071
Ruch masy plemników	0,243**

Objaśnienia: * istotne przy $p \leq 0,05$; ** istotne przy $p \leq 0,01$; *** istotne przy $p \leq 0,001$



Ryc. 1. Zależność między ruchliwością a morfologią plemników w badanych ejakulatach (n = 126)

Tab. 3. Analiza korelacji między cechami jakości nasienia a płodnością i plennością badanych lisów

Cechy	Płodność	Plenność
Objętość ejakulatu	0,153	0,146
Koncentracja plemników	0,146	0,272
Koncentracja plemników poprzedzona wirowaniem w gradiencie percollu	0,226	0,083
% udział plemników hiperaktywowanych (po uprzednim wirowaniu w gradiencie percollu)	0,509*	0,586**
pH ejakulatu	0,030	0,384
Stężenie fruktozy	0,050	0,272
% udział plemników „wolnych” – niezwiązanych z przeciwciałami przeciwpłomnikowymi IgG	0,137	0,184
% udział plemników z morfologią nieprawidłową	-0,430*	0,105
Ruch masy plemników	0,490*	0,248

Objaśnienia: * istotne przy $p \leq 0,05$; ** istotne przy $p \leq 0,01$

Płodność badanych lisów polarnych wynosiła średnio 91,02%, natomiast plenność 9,28. Dostępne wyniki badań wskazują, że skuteczność zapłodnień w przypadku inseminacji kształtuje się w granicach 80-85% i jest zależna od jakości nasienia (8, 12). W przypadku ferm w krajach skandynawskich wyniki zapłodnień nasieniem świeżym sięgają od 86% (12) do nawet 100% (28). Płodność lisów polarnych w badaniach własnych wahała się od 81,82% do 100% i korespondowała z wynikami uzyskanymi przez Szeleszczuk i Niedbałą (25). W badaniach Zonia i wsp. (28), dotyczących wyników produkcyjnych lisów polarnych niebieskich, płodność wahała się od 85,7% do 100%, natomiast plenność wynosiła od 6,6 do 7,5 i była niższa niż w badaniach własnych.

Wysoka wartość biologiczna nasienia badanego w ciągu całego sezonu rozrodczego przełożyła się na wysokie wyniki rozrodu. Badana populacja lisów polarnych charakteryzowała się wysokim i wyrównanym poziomem reprodukcji.

Analiza współczynników korelacji (tab. 3) wykazała współzależność, potwierdzoną statystycznie, między procentowym udziałem plemników hiperaktywowanych, czyli uznawanych za zdolne do zapłodnienia a wynikami rozrodu badanych lisów. Nasienie o większym udziale plemników hiperaktywowanych odznaczało się większą zdolnością zapładniającą. Ponadto ruch masy plemników był dodatnio skorelowany z płodnością lisów, natomiast wraz ze wzrostem liczby plemników nieprawidłowych obniżała się skuteczność pokryć badanych osobników. Tak więc ejakulaty o wysokiej koncentracji, ruchliwych, prawidłowo zbudowanych plemników odznaczały się większą zdolnością zapładniającą.

Podsumowanie

Wysoka wartość biologiczna nasienia lisów polarnych badanego w ciągu całego sezonu rozrodczego przełożyła się na wysokie wyniki rozrodu. Stwierdzono współzależność między skutecznością pokrycia osobników a ruchliwością masy plemników i procentowym udziałem wad w budowie plemników. Płodność i plenność analizowanych osobników była wysoko skorelowana z procento-

wym udziałem plemników hiperaktywowanych, czyli zdolnych do zapłodnienia. Wskazuje to, że separacja plemników w gradiencie percollu jako metoda preparacji plemników przyczynia się do poprawy wyników zapłodnień i jest przydatna w przypadku stosowania inseminacji.

Piśmiennictwo

- Barta M.: Occurrence of morphologically changed sperms in fox-males ejaculate (*Alopex lagopus*). *Pol'nohospodárstvo* 1999, 45, 71-76.
- Bielaiński W.: Rozród zwierząt. PWRiL, Warszawa 1999.
- Blom E.: Ocena morfologiczna wad plemników buhaja. II. Propozycja nowej klasyfikacji wad plemników. *Medycyna Wet.* 1981, 37, 239-242.
- Bohring C., Krause W.: The intra- and inter-assay variation of the indirect mixed antiglobulin reaction test: is a quality control suitable? *Hum. Reprod.* 1999, 14, 1802-1805.
- Boue F., Delhomme A., Chaffaux S.: Reproductive management of silver foxes (*Vulpes vulpes*) in captivity. *Theriogenology* 2000, 53, 1717-1728.
- Brzozowski M.: Pobieranie, ocena i przechowywanie nasienia lisów srebrzystych (*Vulpes vulpes* L.) oraz próba oceny samców jako dawców nasienia. *Rocz. Nauk. Zoot.* 1984, 11, 31-39.
- England G. C. W.: Semen quality in dogs and the influence of a short-interval second ejaculation. *Theriogenology* 1999, 52, 981-986.
- Gobello C., Corrada Y.: Biotechnology in canine reproduction: an update. *Anal. Vet.* 2003, 23, 30-37.
- Goodrowe K. L., Hay M. A., Platz C. C., Behrns S. K., Jones M. H., Waddell W. T.: Characteristics of fresh and frozen-thawed red wolf (*Canis rufus*) spermatozoa. *Anim. Reprod. Sci.* 1998, 53, 299-308.
- Hishinuma M., Sekine J.: Separation of canine epididymal spermatozoa by Percoll gradient centrifugation. *Theriogenology* 2004, 61, 365-372.
- Ivanova M., Mollova M., Ivanova-Kicheva M. G., Petrov M., Djarkova T., Somlev B.: Effect of cryopreservation of zona - binding capacity of canine spermatozoa in vitro. *Theriogenology* 1999, 52, 163-170.
- Jarosz S.: Unasiennianie lisów. *Andrologia w rozrodzie zwierząt. Sesja nauk. poświęcona prof. S. Wierzbowskiemu. Inst. Zoot. i Polska Akademia Umiejętności, Kraków* 1996, 209-218.
- Liu D. Y., Baker H. W. G.: Tests of human sperm function and fertilization in vitro. *Fertil. Steril.* 1992, 58, 465-483.
- Maciejowski J., Jeżewska G.: Genetyczne uwarunkowanie cech rozrodu zwierząt futerkowych. *Zesz. Nauk. PTZ* 1993, 12, 5-12.
- Mahmoud A., Comhaire F.: Antisperm antibodies. Use of the mixed agglutination reaction (MAR) test using latex beads. *Hum. Reprod.* 2000, 15, 231-233.
- Makler A., Stoller J., Makler-Shiran E.: Dynamic aspects concerned with the mechanism of separating motile sperm from nonmotile sperm, leukocytes, and debris with the use of high-density Percoll gradients. *Fertil. Steril.* 1998, 70, 961-966.
- Mann T.: *Biochemia nasienia*. PWRiL, Warszawa 1958.
- Niżański W.: Zależności pomiędzy wybranymi właściwościami plemników psa w nasieniu poddanym konserwacji w niskich temperaturach. *Medycyna Wet.* 2004, 60, 537-543.
- Ord T., Patrizio P., Marella E., Balmaceda J. P., Asch R. H.: Mini Percoll: A new method of sperm preparation for IVF in severe male factor infertility. *Hum. Reprod.* 1990, 5, 987-989.
- Peña A. I., Barrio M., Becerra J. J., Quintela L. A., Herradón P. G.: Zona pellucida binding ability and responsiveness to ionophore challenge of cryopreserved dog spermatozoa after different periods of capacitation in vitro. *Anim. Reprod. Sci.* 2004, 84, 193-210.
- Silva A. R., Cardoso R. C. S., Uchoa L. D. M.: Quality of canine semen submitted to single of fractionated glycerol addition during the freezing process. *Theriogenology* 2003, 59, 821-829.
- Socha S., Mazur M., Gajzler W., Dąbrowska D., Krawczyk E., Jeżewska G.: Wpływ pochodzenia i wieku samic na cechy reprodukcyjne lisa pospolitego srebrzystego (*Vulpes vulpes* L.). *Zesz. Nauk. PTZ* 1999, 42, 105-115.
- Szeleszczuk O.: Unasiennianie lisów polarnych i pospolitych. *Hod. Zw. Fut.* 1999, 1, 17-18.
- Szeleszczuk O.: Charakterystyka nasienia nutrii (*Myocaster coypus* Mol.) oraz możliwości farmakologicznego wpływu na jego konsystencję i właściwości biochemiczne. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 1999, Rozprawa nr 257.
- Szeleszczuk O., Niedbała P.: Zaburzenia w płodności i plenności lisów polarnych niebieskich. *Zesz. Nauk. PTZ* 1999, 42, 255-265.
- Szeleszczuk O.: Skład biochemiczny nasienia i wydzieliny dodatkowych gruczołów płciowych samców nutrii. *Medycyna Wet.* 2003, 59, 787-791.
- Valtonen M.: Artificial insemination in foxes. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 1991, 175, 109-114.
- Zoń A., Bielański P., Sławoń J., Zajac J.: Charakterystyka wyników produkcyjnych lisów polarnych niebieskich na tle ich warunków utrzymania i dobrostanu. *Zesz. Nauk. PTZ* 2000, 53, 7-13.

Adres autora: prof. dr hab. Bogdan Janicki, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz; e-mail: janicki@atr.bydgoszcz.pl