

Laktacja klaczy oraz behawioryzm źrebięcia

**Anna Włodarczyk-Szydłowska¹, Andrzej Gniazdowski²,
Maciej Gniazdowski², Wojciech Nowacki¹**

z Wydziału Medycyny Weterynaryjnej we Wrocławiu¹ oraz Specjalistycznej
Lecznicy dla Koni w Chojnie²

Zmiany w gruczole mlekowym klaczy związane z wydzielaniem siary i mleka rozpoczynają się około miesiąca przed wyżrebieniem. Klinicznie widoczne są około 10 dni przed porodem, tj. w czasie, w którym w gruczole zaczyna gromadzić się wydzielina bogata w immunoglobuliny. Proces ten manifestuje się zmianą wielkości i konsystencji gruczołu mlekowego.

Budowa gruczołu mlekowego klaczy

Wielkość zdrowego gruczołu mlekowego jest cechą osobniczą klaczy, mały gruczoł mlekowy obserwujemy jednak najczęściej u pierwiastek. Gruczoł mlekowy podzielony jest na dwie połówki w kształcie bocznie spłaszczonych stożków, oddzielonych bruzdą międzygruczołową podłużną (1). Każda z tych części składa się z sutka

i brodawki sutkowej. Na jednej brodawce sutkowej do wspólnego otworu uchodzą dwa, trzy, a czasami cztery przewody brodawkowe. Każdy przewód brodawkowy otwiera się do krótkiej zatoki mleczej, do której mleko doprowadzane jest z zespołu przewodów mleczych. Przewody mlecze i cały zespół płacików są odrębne dla każdego przewodu brodawkowego (2, 3, 4). Siara, a potem mleko są wydzielane przez specjalne komórki nabłonkowe ułożone w pęcherzyki otwierające się do krótkich przewodników. Wśród komórek nabłonkowych pojawiają się w drugiej połowie ciąży nowe komórki, przez co wzrasta powierzchnia wydzielnicza struktur, od których zależy ilość i jakość wydzielanego mleka (5). Pęcherzyki i przewodniki są zgrupowane w gronka nazywane płacikami. Płaciki są otoczone przez komórki mioepitelialne odpowiedzialne za wyrzut mleka.

Wydzielanie siary i mleka

W chwili obecnej znanych jest pięć dróg wydzielania przez nabłonek wydzielniczy gruczołu mlekowego substancji, które przechodzą z krwi matki do siary lub mleka (cztery drogi transcellularne i jedna międzykomórkowa). Do dróg transcellularnych zaliczamy drogę błonową, w której substancje, takie jak: woda, mocznik, glukoza, jony sodu, potasu, chloru, przechodzą z krwi przez błonę podstawną do komórek nabłonkowych gruczołu mlekowego i dalej do mleka poprzez część szczytową tych komórek. Kazeina, białka serwatkowe, laktoza, cytryniany i wapń są transportowane i oddzielane przez aparat Golgiego i wydzielane do mleka przez komórki sekrecyjne na drodze egzocytozy. Kulki tłuszczu mleka są natomiast wyrzucane z wierzchołka komórek wydzielniczych. Otoczone są fragmentem błony komórek wydzielniczych i niekiedy zawierają niewielką ilość cytoplazmy. Droga ta, oprócz tłuszczu, wydzielane są też do mleka hormony i leki rozpuszczalne w tłuszczach.

W powstawaniu siary dominującą rolę odgrywa wewnątrzkomórkowy transport pęcherzykowy, w którym zaangażowane są różne organelle komórki wydzielniczej. Tą drogą wydzielane są immunoglobuliny, transferyna i prolaktyna. Białka te syntetyzowane są pod kontrolą genetyczną w organellach komórkowych z wolnych aminokwasów, których źródłem jest krew matki. Każde białko mleka jest kodowane przez DNA komórki sekrecyjnej. Droga międzykomórkowa (paracelularna) natomiast, to bezpośrednia wędrówka wydzielanych elementów z płynu międzykomórkowego do mleka (6, 7, 8).

Gruczoł mlekowy stymulowany jest do rozwoju zmianami stężeń hormonów: progesteronu, estrogenów i prolaktyny. Najistotniejszym hormonem dla rozwoju gruczołu mlekowego jest prolaktyna. Hormon ten w zwiększonej ilości zaczyna być produkowany pod koniec ciąży. Receptory dla prolaktyny są rozmieszczone w tkance gruczołu mlekowego w sposób charakterystyczny dla każdego gatunku (9). Ich liczba wzrasta w trakcie ciąży i po porodzie. Wysoki poziom prolaktyny konieczny do stymulacji gruczołu mlekowego utrzymuje się jeszcze w pierwszym tygodniu po porodzie. Potem dalsza sekrecja podtrzymywana jest przez niższy poziom prolaktyny wydzielanej do krwi w częstych wyrzutach i stężeniu około 15 ng/ml (10).

Ssanie gruczołu mlekowego przez źrebię

Nie bez znaczenia dla wydzielniczej roli gruczołu mlekowego jest częstotliwość ssania przez noworodka, stymulująca gruczoł do wydzielania mleka. Swoistym fenome-

nem tego procesu jest gruczoł mlekowy kozy, w którym zaobserwowano nawet codzienną produkcję mleka jako efekt kilkukrotnego zdajania, zarówno w całym gruczołu mlekowym, jak i w odniesieniu do jednej połówki wymienia (11).

Zdrowe źrebię powinno zacząć ssać sutek w ciągu dwóch pierwszych godzin życia, ponieważ po tym czasie zwiększa się ryzyko braku skutecznego biernego zabezpieczenia immunologicznego (12). Aktywność behawioralną źrebię zaczyna przejawiać w chwili, gdy jego miednica opuszcza drogi rodne matki. Biernie do tego momentu, zaczyna intensywnie poruszać głowę i kończynami piersiowymi. W bardzo krótkim czasie, bo w ciągu trzech minut po narodzinach, podnosi głowę i przyjmuje pozycję mostkową. Dalsze ruchy przednich kończyn i szyi mają ułatwić źrebięciu wydostanie się z błon płodowych. Kolejne ruchy kończyn i tułowia związane są już z próbami wstania źrebięcia. Przyjmuje się, że po kilku podjętych próbach źrebię powinno wstać przeciętnie w ciągu godziny. U koni rasy pełnej krwi angielskiej okres od narodzin do wstania wynosi średnio 30–140 minut. Do 24 godzin po porodzie zdrowe źrebięta poruszają się stępem, klusem, a nawet mogą galopować. Przejawiają odruchy własnej pielęgnacji i dobrze orientują się w otoczeniu. Równolegle w tym czasie rozwijają się odruchy adaptacyjne noworodków, tj. ssania, połykania, stabilizuje się temperatura ciała oraz reakcje na bodźce słuchowe i wzrokowe. Przejawianie się tych odruchów ma miejsce w określonej kolejności, a odchylenia od typowego wzorca stanowią wskazówkę, co do prawidłowości rozwoju noworodków (13).

Po osiągnięciu pozycji stojącej, zdrowe źrebię pewnie czuje się w tej pozycji i zaczyna szukać matki. Bezcelowe krążenie po boksie lub też zderzanie się ze ścianami są sygnałem nieprawidłowości w zdrowiu źrebięcia. Po wstaniu źrebięta podchodzą do przednich partii ciała matki i starają się odnaleźć sutki. Klacz wieloródka najczęściej zachęca noworodka do powstania i naprowadza go na tylne partie swego ciała, ułatwiając mu w ten sposób znalezienie gruczołu mlekowego, a jednocześnie skracając czas od momentu wstania do momentu ssania, który średnio wynosi 7–8 minut. Według badań Ellendorffa i wsp. (14) ssanie sutka przez źrebię odbywa się co 21 minut, a sam proces czynnego ssania trwa 79 sekund. Bardziej szczegółowe badania dotyczące tylko tego zagadnienia prowadzone przez Carson i wsp. (15) pozwoliły zaobserwować, że ssanie w pierwszym tygodniu życia źrebięcia przebiega w rytmie: 5 skutecznych i 2 nieskutecznych podejścia w ciągu godziny. Średni czas skutecznego ssania zajmuje około 140 s. Proces ten składa się z odruchu szuka-

Lactation in the mare and foal behavior

Włodarczyk-Szydłowska A.¹, Gniazdowski A.², Gniazdowski M.², Nowacki W.¹ • Faculty of Veterinary Medicine, Agricultural University, Wrocław¹, Specialistic Clinic for Horses, Chojno².

Production of the mammary secretions in mare may commence up to 4 week prepartum. Early secretions resemble the straw-like colour and consistency of the serum from which they are derived. Usually changes in the content of the mammary secretion occur within the final 2 weeks before foaling. However, the rate of change may vary depending on mares age and breed, the number of pregnancies and on the individual features of the dam. Colostrum content reflects the immune status of the mare. Her immune status is influenced by the environment and antigenic challenges to which she has been exposed. Equine colostrum contains a high concentration of IgG but also IgM and IgA are present. Colostral immunoglobulins provide necessary passive immunity to the offspring. They are available for absorption by the neonatal foal for a finite period. The levels of IgG antibody in the colostrum will decline to 10% of those present immediately postpartum within 24 hours. Therefore gradual rise in IgA level in post-colostrum milk is observed. Majority of normal foals will stand and suckle the dam within 2 hours of birth absorbing major portion of IgG as a result. Immunoglobulins are absorbed by pinocytosis in specialized epithelial cells of the terminal small intestine then transferred through the lacteals to the circulation. Just 22% of all available IgG may be absorbed by any one episode of suckling. Thus the quantity and quality of passive immunity depends also on the foal vigour and behavior.

Keywords: mare, mammary gland, lactations, behavior of foal.

nia sutka lub ocierania nosem, trwającego 44 s i zajmującego około 84 s odruchu właściwego ssania sutka. W trakcie picia mleka źrebię robi często krótkie przerwy trwające około 12 s. Odruch szukania sutka lub pocierania nosem w przypadku nieskutecznego podejścia wynosi około 17 s z przerwą 3-sekundową. W drugim tygodniu życia spada liczba ssań w ciągu godziny i czas ich trwania do 3 skutecznych podejść i jednego podejścia nieskutecznego. Średni czas trwania skraca się do 131 s (39 s szukania sutka i 78 s czynnego ssania, z przerwą 14-sekundową).

W przypadku gdy ssanie nie było skuteczne, okres ocierania nosem był porównywalny do czasu z pierwszego tygodnia. Natomiast, gdy źrebię w drugim tygodniu przebywało z matką na pastwisku, obserwowano 4 ssania w ciągu godziny. W trakcie ssania na pastwisku nie zauważono nieskutecznych podejść źrebiąt do gruczołu mlekowego. Nie występowała też w sa-

mym akcie ssania faza ocierania nosem, a sam proces skutecznego picia był wyraźnie krótszy i wynosił 83 s z przerwą 8-sekundową (15).

Autorka tych badań rejestrowała również częstotliwość picia z prawej i lewej połówki gruczołu przez źrebię w ciągu pierwszego tygodnia życia. Na podstawie badań wykonywanych w stajni i na pastwisku stwierdziła, że obie połówki są wykorzystywane równomiernie. Różnice podawane niekiedy w piśmiennictwie są wynikiem raczej pozycji, jaką przyjmuje klacz w boksie, a nie wyboru sutka przez źrebię. W badanej grupie źrebiąt zauważono w ciągu trzech tygodni skracanie się czasu aktywnego ssania w trakcie podejścia do wymienia, z równoczesnym wydłużaniem czasu ocierania nosem i przerwy w akcie ssania. Po okresie tych trzech tygodni autorka badań odnotowała odwrotną tendencję: źrebięta ograniczały czas kontaktu z matką w czasie picia na korzyść gwałtownie wzrastającego czasu aktywnego ssania mleka. W 4 tygodniu częstotliwość karmienia spadała do około 3 razy na godzinę, a w 6 miesiącu wynosiła tylko raz na godzinę.

Siara

Siara jako pierwsza wydzielina gruczołu mlekowego klaczy powstaje w objętości 1,5–2 l. U klaczy wieloródek objętość ta może być większa i wynosi od 3,2 do 7 l (16). Przed porodem białko całkowite stanowi około 10% składu siary (17). Według badań Leadon i wsp. z 1984 r. (18) znaczny wzrost białka całkowitego i towarzyszący mu wzrost immunoglobulin obserwowano w czwartej dobie przed porodem, a sam poród był czynnikiem pobudzającym przekazywanie immunoglobulin do wymienia. Po 20 min od porodu w wymieniu wzrastał poziom białka i immunoglobulin o 25 do 45% w stosunku do poziomu odnotowanego w badaniach wydzieliny pobranej z wymienia na 20 minut przed porodem. Bezpośrednio po nim białko całkowite wydzieliny wzrasta do poziomu 120,17±35,94 g/l (19). Przyjmuje się obecnie, że w siarze klaczy występuje wysoka koncentracja IgG (89,12±10,47 g/l), stosunkowo niska koncentracja IgM (1,23±0,13 g/l) oraz IgA (9,57±1,84 g/l). Siara powinna zawierać przynajmniej 30 g immunoglobulin w litrze, co pozwala źrebięciu po około 6 godzinach od jej spożycia na osiągnięcie we krwi 4 g/l immunoglobulin (20).

W miarę ssania wymienia przez źrebię zmienia się skład siary, wyrażający się spadkiem poziomu białka całkowitego do 1,7–3,0% (17). Proces ten wynika ze zmniejszenia się zawartości immunoglobulin w siarze. Kolejne jej porcje są więc coraz uboższe w przeciwciała. Jest to zmiana bardzo dynamiczna i zachodzi głównie w ciągu 24

h po oźrebieciu. Według badań Tischnera i wsp. (19) w siarze pobranej do badań w 2 godziny po porodzie koncentracja immunoglobulin wynosiła około 110,7±38,45 g/l, a w 24 godzinie po nim spadła do 2,06 g/l. Zmiana ta była ściśle związana ze spadkiem białka całkowitego z 120 g/l do 31,75 g/l. W badaniach Csapó-Kiss i wsp. (17), wyniki dotyczące białka całkowitego zawarte w siarze pobranej natychmiast po porodzie, wynoszą 164,1±32,1 g/l (132–220). We wcześniejszych badaniach z 1970 r. Rouse i Ingram (21) podają, że zawartość białka w siarze pobranej do badań w ciągu trzech pierwszych godzin po porodzie, mieści się w przedziale od 106 do 250 g/l. Te znaczne różnice danych o zawartości białka całkowitego w siarze, a co za tym idzie o zawartości immunoglobulin, związane są prawdopodobnie z indywidualnymi cechami osobniczymi klaczy, ale i z różnicami techniki oznaczenia i terminem pobrania „pierwszej siary”. Obserwacje te potwierdzają badania LeBlanc i wsp. (22), którzy między innymi próbowali znaleźć zależność pomiędzy rasą klaczy a średnimi wartościami immunoglobulin. Zdaniem autorów, ze względu na różnice osobnicze wśród badanych próbek siary danej rasy, nie udało się takiej korelacji potwierdzić. Jedyną zależność pomiędzy poziomem IgG a rasą koni podaje ta sama autorka w badaniach z 1987 r., wskazując wyższą zawartość przeciwciał klasy IgG w siarach klaczy ras cięższych w stosunku do klaczy ras lekkich, odpowiednio 107,9±45,1 i 79,2±18,7 g/l (9). Znamienne badania nad zmianami ilości białka całkowitego i białek odpornościowych w siarze prowadził zespół naukowców włoskich w 2000 r. (23). Wykazali oni, że najgwałtowniejszy spadek białka całkowitego i IgG obserwowany był u koni rasy haflinger już w 6 godzinie po porodzie i postępował dalej do 12 godziny, ale już z mniejszym nasileniem. U angloarabów spadek był dosyć wyrównany, natomiast najłagodniejszy spadek ilości IgG po porodzie obserwowano u koni pełnej krwi, zarówno w 6, jak i w 12 godzinie.

Czteroletnie badania prowadzone przez Włodarczyk i wsp. (24) nad zawartością białka całkowitego i jego frakcji w siarze klaczy pełnej krwi, potwierdziły wcześniejsze obserwacje, że poziom tych białek jest cechą indywidualną każdej klaczy. Średnia wartość białka całkowitego w 84 próbkach siary wynosiła 112,4±33,1 g/l (29,5–179,0). Odnotowane różnice w poziomie białka całkowitego pomiędzy średnimi z poszczególnych lat były statystycznie istotne. Poziom białka całkowitego w siarze poszczególnych osobników był bardzo zróżnicowany.

Najważniejszym dla źrebiąt składnikiem siary jest frakcja gammaglobulinowa. Ma ona w siarze największy udział procentowy i bezwzględny w całej zawar-

tości białka. W wykonanych badaniach, wartość procentowa gammaglobulin wynosiła 58,8%, co odpowiada wartości bezwzględnej 66,7±23,1 g/l. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w poziomie immunoglobulin w poszczególnych sezonach wyżebień. Różnice osobnicze w ilości immunoglobulin siarowych badanych klaczy były bardzo duże i wynosiły od 15,64 do 124,5 g/l. Analiza statystyczna znaczenia wieku klaczy i urodzenia kolejnego źrebięcia wykazała ich wpływ na poziom immunoglobulin w siarze.

U klaczy w wieku od 5 do 9 lat analizą regresji liniowej stwierdzono nieznaczny wzrost stężenia immunoglobulin w siarze, przy czym wartości średnie poszczególnych grup wiekowych były zbliżone oraz nie wykazywały znaczących różnic pomiędzy osobnikami danej grupy. Natomiast w przedziale wiekowym od 10 do 17 lat obserwowano duże różnice osobnicze w grupach, z tendencją do spadku ilości immunoglobulin w siarze wraz z wiekiem. Stężenie immunoglobulin siarowych wykazywało spadek wraz z rosnącą liczbą urodzonych źrebiąt. Zaobserwowano również, że większość siar badanych klaczy przemiennie wykazywała wysokie i niskie poziomy immunoglobulin w kolejnych sezonach wychowu.

Mleko

W okresie wychowu niewielkie ilości immunoglobulin w mleku wspomagają obronne czynności błon śluzowych przewodu pokarmowego źrebięcia. Mleko w tym czasie jest dla niego głównie źródłem pokarmu. Warunkuje jego prawidłowy wzrost i rozwój. Dostarcza białek, laktozy, tłuszczu (25, 26, 27), witamin (28) oraz związków mineralnych (30).

Szczyt laktacji przypada na 4–6 tygodni po oźrebieciu. Klacze ras lekkich produkują w pierwszych 12 tygodniach laktacji ilość mleka stanowiącą do 3% ich masy ciała i do 2% masy ciała w trakcie 12 następujących tygodni laktacji. Klacze ras ciężkich, o masie ciała np. 710 kg, produkują dziennie o 1,6 kg więcej, w porównaniu do klaczy lżejszych, jednakże procent wytwarzanego mleka w stosunku do masy ciała jest taki sam. Rekordowe ilości mleka, bo około 29 kg dziennie, zdajane są z gruczołu mlekowego klaczy do produkcji kumysu. Przy takiej dziennej produkcji mleka niewielka ilość powstającej w gruczole mlekowym siary wydaje się ilością prawie niezauważalną, ale to właśnie ta wydzielina nazywana jest i stanowi „eliksir życia osesków”.

Piśmiennictwo

- Ludewig T.: Occurrence and importance of glomus organs (Hoyer-Grossers Organs) in the skin of the equine and bovine mammary gland. *Anat. Histol. Embriol.* 1998, 27, 155–159.

2. Reppas G.P., McClintock S.A., Canfield P.J., Watson G.F.: Papillary ductal adenocarcinoma in the mammary glands of two horses. *Vet Rec.* 1996, **25**, 518–519.
3. Ludewig T.: Histologische Untersuchungen an der Haut der Milchdrüse von Stuten. *Dtsch. Tierarzti. Wschr.* 1997, **104**, 471–474.
4. Waldridge, B.M., Neff, Ch.: Leczenie zapalenia gruczołu mlekowego u klaczy. *Weterynaria po Dyplomie* 1999, **1**, 71–76.
5. Akers R.M.: Selection for milk production from a lactation biology viewpoint. *J Dairy Sci.* 2000, **83**, 1151–1158.
6. Larson B.L.: Biosynthesis and secretion of milk proteins: a review. *J Dairy Res.* 1979, **46**, 161–174.
7. Larson B.L., Heary H.L., Devery J.E.: Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J Dairy Sci.* 1980, **63**, 665–671.
8. Shennan D.B., Peaker M.: Transport of milk constituents by the mammary gland. *Physiological Rev.* 2000, **80**, 925–951.
9. Chavatte, P.: Lactation in the mare. *Equine Vet. Educ.* 1997, **9**, 62–67.
10. Neuschaefer A., Bracher V., Allen W.R.: Prolactin secretion in lactating mares before and after treatment with bromocriptine. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 1991, **44**, 551–559.
11. Knight Ch.H., Peaker M., Wilde C.J.: Local control of mammary development and function. *J. Reprod. Fertil.* 1998, **3**, 104–112.
12. Tischner M.: Zdrowie i jego zagrożenia podczas pierwszych 24 godzin życia źrebięcia. *Materiały Sympozjum*, 10–11. IX Olsztyn 1993, s. 135–140.
13. Tischner M., Fudali J., Kuczejda B.: Obserwacje porodu u klaczy i pierwszych odruchów źrebiąt. *Medycyna Wet.* 1985, **41**, 721–724.
14. Ellendorff F., Schams D.: Characteristics of milk ejection, associated intramammary pressure changes and oxytocin release in the mare. *J. Endocr.* 1988, **119**, 219–227.
15. Carson K., Wood-Gush D.G.M.: Behaviour of Thoroughbred foals during nursing. *Equine Vet. J.* 1983, **15**, 257–262.
16. Knottenbelt D.: *Equine Neonatology*. Saunders, Edinburgh, London 2004.
17. Csapó-Kiss Zs., Stefler J., Martin T.G., Makray S., Csapó J.: Composition of mares' colostrums and milk. Protein content, amino acid composition and contents of macro- and micro-elements. *Int. Dairy Journal.* 1995, **5**, 393–402.
18. Leadon D.P., Jeffcott L.B., Rossdale P.D.: Mammary secretions in normal spontaneous and induced premature parturition in the mare. *Equine Vet. J.* 1984, **16**, 256–259.
19. Tischner M., Niezgodą J., Wieczorek E., Mękarska A., Lisowska A.: Ocena jakości siary klaczy. *Medycyna Wet.* 1996, **52**, 381–383.
20. Mękarska A., Tischner M., Wieczorek E.: Zmiany ciężaru właściwego i stężenia immunoglobulin w sianie klaczy. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn* 1996, **23**, 111–117.
21. Rouse B.T., Ingram D.G.: The total protein and immunoglobulin profile of equine colostrum and milk. *Immunology* 1970, **19**, 901–907.
22. LeBlanc M.M., McLaurin B.L., Boswell R.: Relationships among serum immunoglobulin concentration in foals, colostrum specific gravity and colostrum immunoglobulin concentration. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1986, **189**, 57–60.
23. Curadi M.C., Orlandi M., Greppi G.F., Toppino P.M., Barzaghi S.: Identification of protein fractions in mare's colostrum and milk. *Milchwissenschaft.* 2000, **55**, 446–449.
24. Włodarczyk-Szydlowska A., Nowacki W., Wierzbicki H.: Wpływ wybranych czynników na jakość siary klaczy i poziom immunoglobulin siarowych u źrebiąt. *Medycyna Wet.* (w druku).
25. Doreau M., Boulou S., Chilliard Y.: Yield and composition of milk from lactating mares: effect of body condition at foaling. *J. Dairy Sci.* 1993, **60**, 457–466.
26. Forsyth I.A., Rossdale P.D., Thomas C.R.: Studies on milk composition and lactogenic hormones in the mare. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 1975, **23**, 631–635.
27. Ousey J.C., Prandi S., Zimmer J., Holdstock N.: Effects of various feeding regimens on the energy balance of equine neonates. *Am. J. Vet. Res.* 1997, **58**, 1243–1251.
28. Schweigert F.J., Gottwald C.: Effect of parturition on levels of vitamins A and E and of β carotene in plasma and milk of mares. *Equine Vet. J.* 1999, **31**, 319–323.
29. Csapó J., Stefler J., Martin T.G., Makray S., Csapó-Kiss Zs.: Composition of mares' colostrums and milk. Fat content, fatty acid composition and vitamin content. *Int. Dairy J.* 1995, **5**, 403–415.
30. Grace N.D., Pearce S.G., Firth E.C., Fennessy P.F.: Concentrations of macro- and micro-elements in the milk of pasture-fed Thoroughbred mares. *Aust Vet J.* 1999, **77**, 177–180.