

## Vitamin C in equine nutrition

Mirowski A.

This article aims at the presentation of the role of ascorbic acid (vitamin C) in horses. Nutrition is one of the most important factors influencing animal health status. Vitamin C is a potent antioxidant, which protects cells and tissues against deleterious effects of the oxidative stress. Ascorbic acid also participates in synthesis of collagen, carnitine and neurotransmitters. Moreover, it has a profound influence on the immune system. Healthy horses normally synthesize adequate amount of ascorbic acid. The major reason of the vitamin C supplementation is when animals are under prolonged stress. The purpose of this article was to review crucial aspects referred to vitamin C in equine nutrition.

**Keywords:** animal nutrition, ascorbic acid, horse.

Witamina C należy do antyoksydantów pokarmowych, które chronią organizm przed szkodliwym działaniem wolnych rodników powodujących uszkodzenia makromolekuł komórkowych. Kwas askorbinowy wpływa na prawidłowe funkcjonowanie układu immunologicznego. Bierze udział w syntezie kolagenu, karnityny i amin katecholowych. Konie syntetyzują kwas askorbinowy. Powstaje on z glukozy w wyniku szeregu przemian biochemicznych. Konie nie są więc zależne od podaży kwasu askorbinowego z pokarmem, w przeciwieństwie do świnek morskich, ludzi i innych naczelników oraz licznych gatunków nietoperzy. Niemniej jednak w sytuacjach stresowych synteza endogenna może nie zaspokajać zapotrzebowania koni na ten związek.

Według różnych danych prawidłowe stężenie kwasu askorbinowego w surowicy krwi koni mieści się w granicach od 0,50 do około 2 mg/100 ml. Stosunkowo wysokie stężenia odnotowano u kuców islandzkich, które nie są poddawane nadmiernemu wysiłkowi fizycznemu i w mniejszym stopniu narażone są na choroby zakaźne. Średnie stężenie u kilkudziesięciu osobników wynosiło 1,34 mg/100 ml. Najwięcej kwasu askorbinowego było w surowicy krwi koni użytkowanych rekreacyjnie (1,72 mg/100 ml), a znacznie mniej u koni trenujących do zawodów (1,14 mg/100 ml). Najniższe średnie wartości odnotowano u klaczy w ostatnim trymestrze ciąży (0,88 mg/100 ml). Konie te były zdrowe i nie otrzymywały dodatków witaminowych. Według tej pracy prawidłowe stężenie kwasu askorbinowego w surowicy krwi wynosi od 0,65 do 2,03 mg/100 ml. Stężenia niższe niż 0,65 mg/100 ml wykryto u 10,8%

## Witamina C w żywieniu koni

Adam Mirowski

osobników, a 18,5% koni miało stężenia przekraczające 2,03 mg/100 ml. Badane konie były więc w miarę dobrze zaopatrzone w witaminę C. Zwrócono jednak uwagę na spore różnice między poszczególnymi osobnikami. Warto podkreślić, że próbki krwi pobierano w sezonie zimowym, gdy konie przebywały w stajni. Jedynie od ciężarnych klaczy krew pobierano w okresie żywienia pastwiskowego, gdy dieta obfituje w świeże rośliny bogate w witaminę C. Mimo to średnie stężenie kwasu askorbinowego było najniższe właśnie u klaczy (1).

Obecność witaminy C w roślinach powoduje, że konie przebywające na pastwisku mogą mieć trochę więcej kwasu askorbinowego we krwi w porównaniu z osobnikami trzymanymi w stajni i karmionymi paszami bez tej witaminy (2). Jednym z czynników wpływających na stopień zaopatrzenia koni w witaminę C jest pora roku, co ma związek ze sposobem żywienia. Ma to przełożenie na zawartość witaminy C w mleku klaczy. Według rosyjskich badaczy najwięcej witaminy C jest w mleku pobranym w maju i czerwcu. W tym samym okresie również kumys (napój wytwarzany z mleka klaczy) ma najwięcej witaminy C, niemniej jednak przetwarzanie mleka powoduje obniżenie się jej zawartości (3). Siara zawiera blisko półtora raza więcej witaminy C niż mleko (4). Niektóre obserwacje wskazują na wpływ wieku i rasy na stężenie kwasu askorbinowego we krwi koni. Na podstawie badań krwi koni sportowych różnych ras stwierdzono, że konie w wieku 2–6 lat charakteryzują się wyższym stężeniem kwasu askorbinowego niż konie starsze. Najwyższe stężenie wykryto u koni standardbred (5).

Konie poddawane wysiłkowi fizycznemu są narażone na szkodliwe działanie wolnych rodników. Podczas wysiłku wzrasta zapotrzebowanie komórek na tlen i zwiększa się wytwarzanie wolnych rodników, co może być przyczyną nasilonego stresu oksydacyjnego. Uszkodzenia oksydacyjne makromolekuł komórkowych mogą pogarszać zdolność organizmu do wykonywania wysiłku fizycznego. Dodatkowo konie te często mają obniżone stężenie kwasu askorbinowego we krwi. Można przytoczyć badania, w których analizowano zmiany stężenia tego związku w osoczu krwi koni, które przebiegły dystans 140 km. Nie było istotnych różnic między wartościami odnotowanymi przed biegiem i bezpośrednio

po biegu. Stężenie było jednak znacznie niższe kilkanaście godzin po biegu (6). Dlatego suplementacja witaminy C budzi zainteresowanie zwłaszcza w żywieniu koni sportowych. W badaniach przeprowadzonych na koniach wyścigowych stwierdzono, że dożylnie podanie askorbinianu przed biegiem może ograniczyć stres oksydacyjny spowodowany przez wysiłek fizyczny, ale nie zapobiega uszkodzeniu mięśni (7). Skuteczność suplementacji witaminy C w łagodzeniu stresu oksydacyjnego indukowanego wysiłkiem fizycznym potwierdzają badania koni uczestniczących w zawodach w skokach przez przeszkody, które otrzymywały metylosulfonylometan (MSM) lub MSM i witaminę C. Użycie witaminy C spotęgowało korzystne działanie MSM (8). Z kolei w badaniach przeprowadzonych na koniach pokonujących dystans 80 km nie wykazano, aby suplementacja witaminy C (7 g dziennie) mogła przynieść istotne korzyści koniom otrzymującym dodatek witaminy E (5000 j.m. dziennie). Konie otrzymujące witaminę C mają wyższe stężenie askorbinianu w osoczu krwi, nie stwierdza się jednak istotnych różnic w statusie antyoksydacyjnym ani w aktywnościach kinazy kreatynowej i aminotransferazy asparaginianowej (9). Nie wykazano, aby suplementacja antyoksydantów, między innymi witaminy C, stwarzała możliwość poprawy funkcjonowania płuc u zdrowych koni poddawanych wysiłkowi fizycznemu o umiarkowanej intensywności, których dawka pokarmowa zawiera prawidłowe ilości antyoksydantów. Według tych obserwacji suplementacja może być uzasadniona tylko w przypadkach niedoborowego żywienia, intensywnego lub długotrwałego wysiłku fizycznego lub choroby bądź innych czynników stresowych (10).

Witamina C ma duże znaczenie w ochronie płuc przed szkodliwym działaniem wolnych rodników, którym przypisuje się udział w rozwoju chorób układu oddechowego. Chorobom tym może towarzyszyć obniżone stężenie kwasu askorbinowego w popłuczynach pęcherzykowo-oskrzelowych. Dzieje się tak u koni z nawracającą chorobą obturacyjną płuc (11, 12). Nie stwierdzono jednak istotnego wzrostu stężenia kwasu askorbinowego w popłuczynach pęcherzykowo-oskrzelowych kilku koni z nawracającą chorobą obturacyjną płuc, którym podawano mieszaninę antyoksydantów, między innymi witaminę C (10 mg/kg masy

ciała). Znaczny wzrost stężenia kwasu askorbinowego wystąpił natomiast w osoczu krwi (13). Przeprowadzono też badania nad wpływem suplementacji kwasu askorbinowego w dawce dziennej wynoszącej 20 mg/kg masy ciała na jego zawartość we krwi i w popłuczynach pęcherzykowo-oskrzelowych zdrowych kuców. Po dwóch tygodniach stężenie kwasu askorbinowego w osoczu krwi koni otrzymujących palmitynian askorbylu wynosiło 29  $\mu\text{mol/l}$ . Niższe było u koni otrzymujących fosforan askorbylu (23  $\mu\text{mol/l}$ ), a najniższe u osobników, którym nie podawano tych dodatków (18  $\mu\text{mol/l}$ ). Stężenie kwasu askorbinowego w popłuczynach pęcherzykowo-oskrzelowych wzrosło u pięciu spośród sześciu kuców, którym podawano te dodatki (14).

Dostępność biologiczna kwasu askorbinowego u koni budziła zainteresowanie naukowców już w latach 80. ubiegłego wieku. W jednych badaniach była ona bardzo niska po podaniu doustnym (15). Później dowiedziano jednak skuteczności suplementacji doustnej. Pojedyncza dawka (20 g) nie spowodowała wzrostu stężenia tego związku w osoczu krwi. Znaczny wzrost stężenia odnotowano, gdy konie codziennie otrzymywały 4,5 lub 20 g kwasu askorbinowego (16). Wchłanianie kwasu askorbinowego zależy od jego formy chemicznej. Wyższe stężenia tego związku w osoczu krwi miały konie po podaniu palmitynianu askorbylu, zamiast kwasu askorbinowego lub stearynianu askorbylu. Efektem zastosowania palmitynianu askorbylu są mniejsze różnice w stężeniu kwasu askorbinowego między poszczególnymi osobnikami (17).

Zainteresowano się też dostępnością naturalnej witaminy C. Znaczny wzrost stężenia witaminy C w surowicy krwi koni wykryto już po dwóch godzinach od podania im sproszkowanych owoców dzikiej róży w ilości dostarczającej 1000 mg witaminy C. Wykonano badania, w których konie otrzymywały preparat zawierający sproszkowane owoce dzikiej róży w ilości dostarczającej 125 lub 250 mg witaminy C dziennie. Po trzech miesiącach stosowania mniejszej dawki witaminy C odnotowano niewielki wzrost jej stężenia w surowicy krwi. Natomiast efektem użycia większej dawki było znacznie wyższe stężenie już po dwóch tygodniach suplementacji. Wzrost ten był jeszcze większy w kolejnych tygodniach. Dodatkowo doszło do znacznego złagodzenia stresu oksydacyjnego. Może to wynikać z działania nie tylko witaminy C, ale również innych składników o właściwościach antyoksydacyjnych. Warto jednak zwrócić uwagę, że wpływ suplementacji na stężenie witaminy C we krwi zależy od stopnia zaopatrzenia organizmu przed jej

rozpoczęciem. Większych efektów można oczekiwać u koni, które mają mało witaminy C przed rozpoczęciem suplementacji. Można stwierdzić, że naturalna witamina C charakteryzuje się wyższą dostępnością biologiczną niż jej syntetyczne odpowiedniki. Może to wynikać z faktu, że tkanki roślinne użyte do produkcji naturalnych preparatów zawierają wiele substancji zwiększających możliwość wykorzystania witaminy C przez organizm (18).

W normalnych warunkach synteza kwasu askorbinowego zaspokaja zapotrzebowanie organizmu, lecz może być niewystarczająca w warunkach długotrwałego stresu. Dochodzi wówczas do obniżenia się stężenia tego związku we krwi, co może wynikać z nasilonego zużycia i zwiększonego wydalania z moczem. Sytuacje stresowe uzasadniają zatem suplementację kwasu askorbinowego. Stwarza ona możliwość zwiększenia jego zawartości we krwi koni narażonych na czynniki stresowe. Należy jednak unikać zbyt długiego stosowania wysokich dawek. Potwierdzają to badania przeprowadzone na młodych koniach, które transportowano, a potem podawano im kwas askorbinowy. W wyniku suplementacji doszło do niewielkiego wzrostu stężenia tego związku w osoczu krwi. Po zakończeniu suplementacji było ono jednak przez pewien czas obniżone. Mogło to wynikać z zahamowania syntezy w wątrobie (19).

## Piśmiennictwo

1. Sigurðsson H.: Ascorbic acid (vitamin C) status in Icelandic horses in Iceland. *Icel. Agr. Sci.* 1997, **11**, 125–129.
2. Stillions M.C., Teeter S.M., Nelson W.E.: Ascorbic acid requirement of mature horses. *J. Anim. Sci.* 1971, **32**, 249–251.
3. Servetnik-Chalaia G.K., Mal'tseva L.M.: Nature of the vitamin composition of mare's milk and koumiss depending on the time of year. *Vopr. Pitan.* 1981, **4**, 46–48.
4. Salamon R.V., Salamon Sz., Csapó-Kiss Zs., Csapó J.: Composition of mare's colostrum and milk I. Fat content, fatty acid composition and vitamin contents. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria* 2009, **2**, 119–131.
5. Kirschvink N., de Moffarts B., Farnir E., Pincemail J., Lekeux P.: Investigation of blood oxidant/antioxidant markers in healthy competition horses of different breeds. *Equine Vet. J.* 2006, **36** (Supplement), 239–244.
6. Marlin D.J., Fenn K., Smith N., Deaton C.D., Roberts C.A., Harris P.A., Dunster C., Kelly F.J.: Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise. *J. Nutr.* 2002, **132** (Supplement), 1622–1627.
7. White A., Estrada M., Walker K., Wisnia P., Filgueira G., Valdés F., Aranedo O., Behn C., Martínez R.: Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in thoroughbred race horses. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 2001, **128**, 99–104.
8. Marañón G., Muñoz-Escassi B., Manley W., García C., Cayado P., de la Muela M.S., Olábarri B., León R., Vara E.: The effect of methyl sulphanyl methane supplementation on biomarkers of oxidative stress in sport horses following jumping exercise. *Acta Vet. Scand.* 2008, **50**, 45.
9. Williams C.A., Kronfeldt D.S., Hess T.M., Saker K.E., Waldron J.N., Crandell K.M., Hoffman R.M., Harris P.A.: Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. *J. Anim. Sci.* 2004, **82**, 588–594.
10. Deaton C.M., Marlin D.J., Roberts C.A., Smith N., Harris P.A., Kelly F.J., Schroter R.C.: Antioxidant supplementation

- and pulmonary function at rest and exercise. *Equine Vet. J.* 2002, **34** (Supplement), 58–65.
11. Deaton C.M., Marlin D.J., Smith N.C., Harris P.A., Roberts C.A., Schroter R.C., Kelly F.J.: Pulmonary epithelial lining fluid and plasma ascorbic acid concentrations in horses affected by recurrent airway obstruction. *Am. J. Vet. Res.* 2004, **65**, 80–87.
  12. Tan R.H., Thatcher C.D., Buechner-Maxwell V., Christmann U., Crisman M.V., Werre S.R.: Measurement of ascorbic acid concentration and glutathione peroxidase activity in biological samples collected from horses with recurrent airway obstruction. *Am. J. Vet. Res.* 2010, **71**, 1500–1507.
  13. Deaton C.M., Marlin D.J., Smith N.C., Harris P.A., Schroter R.C., Kelly F.J.: Antioxidant supplementation in horses affected by recurrent airway obstruction. *J. Nutr.* 2004, **134** (Supplement), 2065–2067.
  14. Deaton C.M., Marlin D.J., Smith N.C., Roberts C.A., Harris P.A., Kelly F.J., Schroter R.C.: Pulmonary bioavailability of ascorbic acid in an ascorbate-synthesising species, the horse. *Free Radic. Res.* 2003, **37**, 461–467.
  15. Löscher W., Jaeschke G., Keller H.: Pharmacokinetics of ascorbic acid in horses. *Equine Vet. J.* 1984, **16**, 59–65.
  16. Snow D.H., Gash S.P., Cornelius J.: Oral administration of ascorbic acid to horses. *Equine Vet. J.* 1987, **19**, 520–523.
  17. Snow D.H., Frigg M.: Oral administration of different formulations of ascorbic acid to the horse. *J. Equine Vet. Sci.* 1989, **9**, 30–33.
  18. Winther K., Kharazmi A., Hansen A.S.V., Falk-Rønne J.: The absorption of natural vitamin C in horses and antioxidant capacity: a randomised, controlled study on trotters during a three-month intervention period. *Comparative Exercise Physiology* 2012, **8**, 195–201.
  19. Ralston S., Stives M.: Supplementation of Ascorbic Acid in Weanling Horses Following Prolonged Transportation. *Animals (Basel)* 2012, **2**, 184–194.