

Twardość i sprężystość rogu kopytowego u koni

**Anna Stachurska¹, Ryszard Kolstrung¹,
Emil Sasimowski², Mirosław Pięta³, Marcin Zaprawa¹**

¹Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Hodowli i Użytkowania Koni,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin;

²Politechnika Lubelska,
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin;

³Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Hodowli Owiec i Kóz,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

W celu określenia, jakie czynniki wpływają na twardość i sprężystość rogu kopytowego zbadano 93 próbki rogu, pobrane ze ściany przedniej kopyta przy rozcyszczaniu 50 koni. Do badania twardości metodą wciskania kulki oraz współczynnika sprężystości wzdłużnej użyto twardościomierza typu HPK 8411. Uzyskane dane poddano analizie wariancji, według metody najmniejszych kwadratów. Stwierdzono istotnie większą twardość rogu kopytowego u klaczy niż u wałachów i u koni młodych w wieku od trzech do sześciu lat w porównaniu z końmi starszymi. Tendencja większej twardości rogu kopytowego u koni szlacheńskich w porównaniu z zimnokrwistymi była nieistotna. Średnie wartości analizowanej cechy u koni różnych maści, w kopytach pigmentowanych, pręgowanych i niepigmentowanych oraz w kopytach przednich i tylnych były zbliżone. Wyszczególnione grupy koni nie różniły się istotnie pod względem średniej sprężystości rogu kopytowego.

SŁOWA KLUCZOWE: koń / kopyto / róg kopytowy / twardość / sprężystość

Jakość rogu kopytowego ma podstawowe znaczenie przy użytkowaniu konia. Decyduje o niej twardość, sprężystość oraz wilgotność. Na ogół uważa się, że szybciej rosnący róg jest lepszej jakości [1]. Róg zbyt suchy i łamliwy lub zbyt miękki uniemożliwia intensywny ruch, gdyż obłamuje się i powstają wady kopyta, takie jak szczeliny, rozpadliny, ściana pusta czy oddzielona. Normalne podkuwanie jest wówczas niemożliwe. Stosuje się wtedy jedynie środki mające na celu osłonięcie delikatnej puszkii kopytowej, tj. przybijane cienkimi podkowiakami lekkie podkowy z trzema kapturkami, przyklejane podkowy korekcyjne, a w skrajnych przypadkach słabego rogu i kamienistego podłoża nawet przypinane buty [6]. Z kolei róg prawidłowy jest twardy i sprężysty. Doskonale wytrzymuje nacisk masy ciała konia, nawet gdy w momencie doskoku jest

on wielokrotniony do wielu ton. Równocześnie pracuje, umożliwiając zmiany kształtu kopyta i amortyzację wstrząsów przy każdym stąpieniu konia.

Według badań amerykańskich, twardość i sprężystość rogu kopytowego są w przeciwieństwie do jego wilgotności cechami dość stałymi, a żywienie konia i skład mineralny, kolor oraz szybkość wzrostu rogu kopytowego nie wydają się oddziaływać na nie zasadniczo [2, 8]. Z drugiej strony, liczne prace wykazują na przykład dodatni wpływ suplementacji biotyny na jakość rogu [4, 11]. Stwierdzono, że konie szlachetne mają twardszy róg kopytowy niż zimnokrwiste [7, 9]. Wbrew opiniom, jakoby róg pigmentowany był twardszy niż niepigmentowany [9, 12], badania Douglas'a i wsp. [3] nie wykazały w tym zakresie różnicy.

Celem pracy było zbadanie, jakie czynniki wpływają na twardość i sprężystość rogu kopytowego ściany przedniej.

Materiał i metody

Materiał badań stanowiły 93 próbki rogu kopytowego pochodzące od 50 koni: w typie szlachetnym (28), zimnokrwistym (10) i prymitywnym (12), w wieku od pół roku do 12 lat. Uwzględniono typ konia, jego pleć, wiek i masę, pigmentację rogu kopytowego oraz czy próbka pochodziła z kopyta przedniego, czy tylnego. Próbkę pobierane były w trakcie rozcyszczania ze ściany przedniej, w ten sposób, że ich długość miała ok. 2 cm. Nadano im kształt prostopadłościanu o gładkich powierzchniach, szlifując tarnikiem ściany rogu. Przed badaniem materiał pozostawał w suchym pomieszczeniu do całkowitego wyschnięcia, przez okres około miesiąca. Badania twardości metodą wciskania kulki oraz współczynnika sprężystości wzdłużnej przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 2039-1:2004, za pomocą twardościomierza typu HPK 8411. Każdą próbkę zbadano trzykrotnie i do obliczeń wzięto pod uwagę średnią z trzech pomiarów. W celu określenia twardości i sprężystości rogu kopytowego wartości te podstawiono do następujących wzorów (zgodnie z ww. normą):

- Twardość – HK (MPa)

$$HK = 63,69 \frac{P}{h}$$

gdzie:

P – wartość obciążenia podstawowego (N),

h – wartość zagłębienia się kulki w badany materiał mierzona pod obciążeniem (mm);

- Współczynnik sprężystości wzdłużnej – E (MPa)

$$E = 13,63 \frac{P - P'}{(h - h_0)\sqrt{h - h_0}}$$

gdzie:

P' – obciążenie wstępne (N),

h_0 – wartość zagłębienia się kulki w badany materiał mierzona po zdjęciu obciążenia (mm).

Przeprowadzono analizę wariancji metodą najmniejszych kwadratów [10], uwzględniając czynniki: typu konia (szlachetny / zimnokrwisty / prymitywny), płci (ogier / klacz / wałach), wieku (odsadek-2-latek / 3-6-latek / 7-latek i starszy), maści (gniada / kara / kasztanowata / myszata / siwa), koloru kopyta (pigmentowane / pręgowane – na przemian pigmentowane i niepigmentowane / niepigmentowane) i kończyny (przednia / tylna). Wyniki przedstawiono na wykresach, w formie średniej najmniejszych kwadratów (LSM) i błędu standardowego (SE).

Wyniki i dyskusja

Na rysunku 1 przedstawiono średnią twardość rogu kopytowego w zależności od badanych czynników. Średnia (LSM) oscylowała w dość szerokim przedziale od 77,3 do 88,9 MPa (megapascala), jednak błąd standardowy (SE) nie był bardzo duży.

Nieco twardszy róg stwierdzono u koni szlachetnych, a bardziej miękki u koni zimnokrwistych, choć różnica była nieistotna. Zaobserwowana tendencja jest zgodna z wynikami innych badań [7, 9].

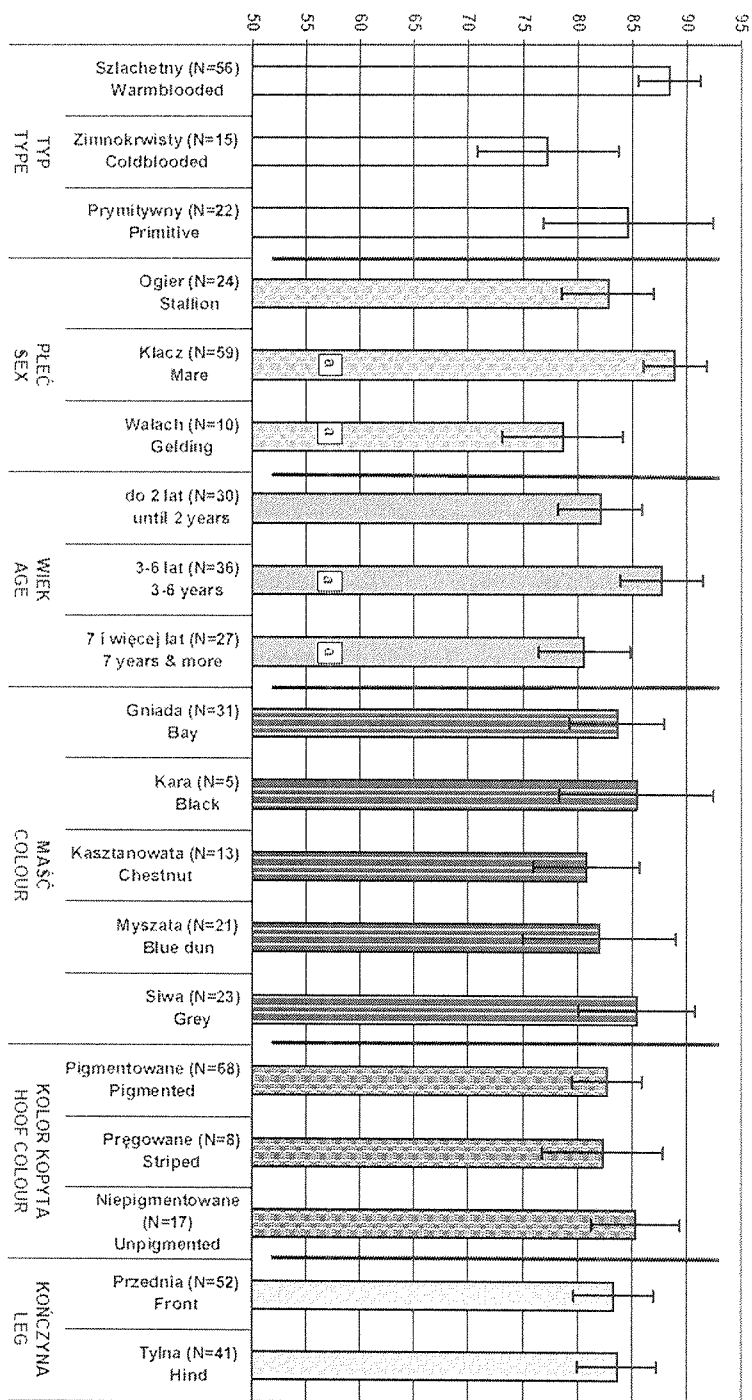
Istotnie twardszym rogiem kopytowym charakteryzowały się klacze (88,9 MPa) niż wałachy (78,7 MPa). Ogiery zajęły pod tym względem pośrednią pozycję.

Najtwardszy róg kopytowy miały konie młode, w wieku od 3 do 6 lat (87,7 MPa), a bardziej miękki konie 7-letnie i starsze (80,6 MPa), przy czym była to zależność istotna. Żrebięta posiadały nieco bardziej miękki róg niż konie 3-6-letnie, choć nie różniły się z nimi istotnie.

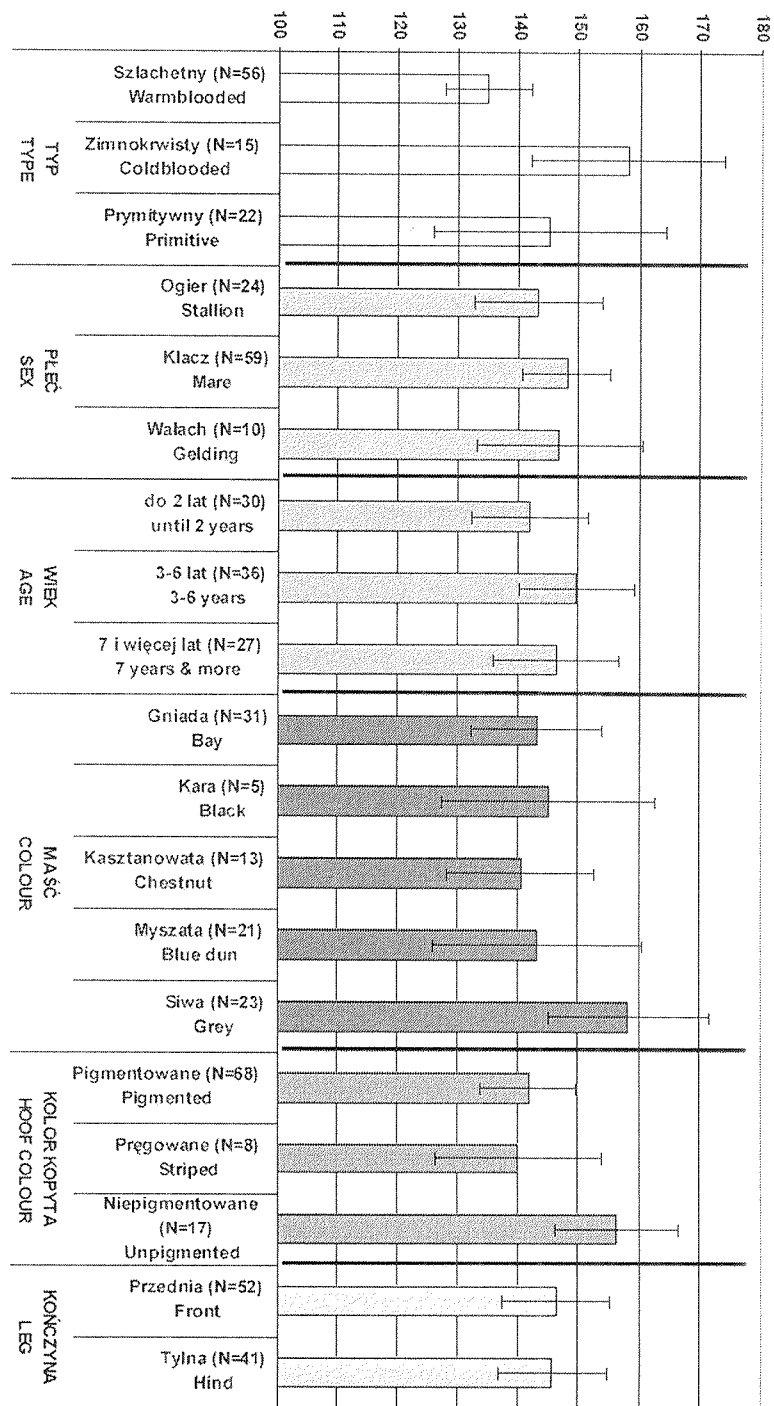
U koni o odmiennych maściach różnice w twardości rogu były nieistotne, przy czym dała się zauważyć tendencja twardszego rogu u koni karych i miękkiego u kasztanowatych. Również róg kopytowy pigmentowany i niepigmentowany nie różnił się istotnie pod względem twardości. W przeciwieństwie do obiegowych opinii, jakoby róg niepigmentowany był bardziej miękki niż pigmentowany, wyniki badań wykazują tendencję odwrotną. Wielu autorów podaje, że nie ma istotnej różnicy w twardości rogu pigmentowanego i niepigmentowanego [2, 3, 5, 8]. W badaniach własnych nie odnotowano też istotnych różnic twardości między kopytami przednimi a tylnymi.

Na rysunku 2 przedstawiono średnią sprężystość rogu kopytowego w badanych grupach. Wartość ta wahała się w nieco szerszym zakresie (od 134,9 MPa do 158,2 MPa) niż średnia twardość, jak również błąd standardowy był w tym przypadku dwukrotnie wyższy. Żaden z czynników nie wpływał istotnie na średnią. Nieco większą sprężystość rogu kopytowego, odwrotnie niż w przypadku twardości, odnotowano u koni zimnokrwistych, a mniejszą u szlachetnych. Konie prymitywne w obu cechach wykazały wartości pośrednie (rys. 1 i 2). Biorąc pod uwagę inne czynniki można zauważyć, że nieco większa twardość rogu kopytowego szła w parze z nieznacznie większą sprężystością. Co ciekawe, trochę bardziej sprężysty był róg występujący u koni siwych i niepigmentowany, niż u koni bez wzoru białej sierści i pigmentowany (rys. 2). Kopyta pręgowane pod względem obu cech przypominały kopyta pigmentowane.

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że spośród analizowanych czynników tylko płeć i wiek istotnie oddziałują na twardość rogu kopytowego, podczas gdy



Rys. 1. Średnia i błąd standardowy twardości rogu kopytowego – HK (MPa), w zależności od badanych czynników. Wysokość kolumn oznaczonych w obrębie czynnika tą samą literą różni się statystycznie istotnie przy $P \leq 0.05$; N – liczba próbek
 Fig. 1. Mean and standard error of hoof horn hardness – HK (MPa), with respect to factors analyzed. Columns' height marked with the same letter within a factor statistically differs at $P \leq 0.05$; N – number of samples



Rys. 2. Średnia i błąd standardowy sprężystości rogu kopytowego – E (MPa), w zależności od badanych czynników
 Fig. 2. Mean and standard error of hoof horn elasticity – E (MPa), with respect to factors analysed

ich wpływ na sprężystość jest nieistotny. Twardszy róg kopytowy występuje u klaczy niż u wałachów i u koni młodych w wieku od trzech do sześciu lat w porównaniu z końmi starszymi.

PIŚMIENNICTWO

1. BUTLER D., 1995 – The principles of horseshoeing II. Butler Publishing, LaPorte.
2. BUTLER K.D., HINTZ H.F., 1977 – Effect of level of intake and gelatin supplementation on growth and quality of hoofs of ponies. *Journal of Animal Science* 44, 257-265.
3. DOUGLAS J.E., MITTAL C., THOMASON J.J., JOFRIET J.C., 1996 – The modulus of elasticity of equine hoof wall: Implications for the mechanical function of the hoof. *Journal of Experimental Biology* 199, 1829-1836.
4. GEYER H., SCHULZE J., 1994 – The long-term influence of biotin supplementation on hoof horn quality in horses. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 136 (4), 137-149.
5. JACKSON J., 1997 – The Natural Horse: Foundations for Natural Horsemanship. Jaime Jackson, USA.
6. KOLSTRUNG R., SILMANOWICZ P., STACHURSKA A., 2004 – Pielęgnacja i podkuwanie kopyt koni. PWRiL, Warszawa.
7. KOWNACKI M., 1959 – Badania nad przystosowaniem się koników polskich z Zakładu Doświadczalnego PAN w Popielnie do warunków środowiska na podstawie zmian zachodzących w kopytach. *Roczniki Nauk Rolniczych* 73-B-4, 673-721.
8. LEACH D.H., 1980 – The structure and function of the equine hoof wall. Ph.D. Thesis. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
9. PRUSKI W., 1960 – Hodowla koni. Tom I. PWRiL, Warszawa.
10. SAS Institute, 2000 – User's guide, Cary.
11. ZENKER W., JOSSECK H., GEYER H., 1995 – Histological and physical assessment of poor hoof quality in Lipizzaner horses and a therapeutic trial with biotin and placebo. *Equine Veterinary Journal* 27 (3), 166-168.
12. ZWOLIŃSKI J., 1977 – Hodowla koni. PWRiL, Warszawa.

Anna Stachurska, Ryszard Kolstrung, Emil Sasimowski,
Mirosław Pięta, Marcin Zaprawa

Hardness and elasticity of hoof horn

S u m m a r y

To assess which factors influence the hardness and elasticity of the hoof horn, 93 horn samples were collected from the hoof front wall during trimming 50 horses. The hardness examined with the ball indentation method and the longitudinal modulus of elasticity were measured with HPK 8411 hardness tester. The data was elaborated with least square analysis of variance. Considerably higher hoof hardness was found in mares than in stallions and geldings, as well as in young horses at the age of three to six years in comparison to older horses. The tendency of higher hoof hardness in warmblooded horses compared to coldblooded horses was not significant. Means in horses of different colours, in pigmented, striped or unpigmented hooves, as well as front and hind hooves were alike. The groups did not differ considerably with respect to the mean hoof horn elasticity.