Wpływ temperatury i wilgotności powietrza w stajni na podstawowe parametry fizjologiczne koni – badania wstępne

IWONA JANCZAREK, ANNA STACHURSKA, ELŻBIETA WNUK-PAWLAK,
ANNA WIŚNIEWSKA, IZABELA WILK, EWELINA TKACZYK, KATARZYNA CIKACZ

Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

Otrzymano 17.04.2020

Zaakceptowano 27.05.2020

Janczarek I., Stachurska A., Wnuk-Pawlak E., Wiśniewska A., Wilk I., Tkaczyk E., Cikacz K.

Influence of air temperature and humidity in the stable on the physiological parameters in horses: Preliminary study

Summary

The aim of the study was to analyse selected air parameters in the stable (microclimate) and basic physiological parameters in horses maintained in this stable in different seasons of the year. The material consisted of 24 adult warmblood leisure horses maintained in two brick-built box stables. The technical parameters in the stables (air temperature and humidity in the hall and in two places in a box) were determined on the first day of summer, autumn, winter and spring in the same year. The measurements of each parameter were performed with an LB-518 wireless battery thermohygrometer Bluetooth BLE-LOGGER at noon in five places in the stable situated 300 cm apart from each other. The physiological parameters in horses, that is, the internal body temperature (Veterinär – Thermometer S.C. 12), the heart rate (Polar ELECTRO OY – RS800CX device with PolarProTrainer 5.0. software) and the respiratory rate (manual stopwatch), were measured at 6:00 and 18:00 every day of the test.

It was found that the season of the year significantly influenced the microclimate of the stable. To maintain the optimal relative air humidity, the airing of the stable should be limited only in winter and partly in autumn. It should also be emphasised that the microclimate of the stable considerably influences the basic physiological horse parameters. A high temperature in the stable during summer may cause an adverse increase in the internal body temperature in the evening, whereas a high relative humidity can contribute to a decrease in the animal's body temperature during winter. The other parameters, that is, the heart and respiratory rates, can be excessively elevated mainly in summer. Horses tend to have less difficulty maintaining proper levels of physiological parameters in winter, still less in autumn, and the least in spring.

Keywords: horses, stable, air parameters, physiological parameters

Konie należą do gatunku zwierząt żyjących w stadach przemieszczających się na dużych przestrzeniach (11), dlatego też konieczne jest uwzględnianie ich naturalnych zachowań i potrzeb przy ustalaniu optymalnych wymagań dotyczących warunków utrzymania (19). Działania te mogą stać się jednym z gwarantów dobrego zdrowia fizycznego i psychicznego koni przez długie lata (18). Według Harewood i McGowan (13), warunki utrzymania są dodatkowo ważne, gdyż konie najczęściej spędzają dużą część doby w stajni. Powodem tej sytuacji jest m.in. ograniczona liczba i powierzchnia wybiegów i pastwisk w ośrodkach na terenie aglomeracji miejskich, specyfika treningu i startów w zawodach koni sportowych, stany chorobowe oraz brak wiedzy

właścicieli tych zwierząt na temat biologii i dobrostanu koniowatych (11).

Mimo iż pozytywnym aspektem stajennego chowu koni jest możliwość kontrolowania przez człowieka ilości pobieranej przez nie wody i paszy oraz zapewnienia schronienia przed niesprzyjającymi warunkami atmosferycznymi czy owadami (19), to jednak konieczna jest ciągła poprawa sposobu utrzymania koni w tych specyficznych dla nich warunkach (20). Działania te będą możliwe dzięki analizie wpływu tych warunków na zdrowie i samopoczucie koni. Poprzez prawidłowe utrzymanie koni należy natomiast rozumieć dobrze zbilansowaną dietę, zabiegi terapeutyczne, ale również warunki stajenne, czyli wielkość boksów, oświetlenie

naturalne i sztuczne stajni, skład powietrza, a w tym stężenie zanieczyszczeń chemicznych i mikrobiologicznych, ale też temperaturę i wilgotność powietrza, poziom zapylenia, sposób wentylacji, poziom hałasu, możliwość zachowania kontaktów socjalnych i wiele innych (7, 11, 19, 25).

Za najważniejsze parametry warunkujące mikroklimat stajni uważa się temperaturę i wilgotność względną powietrza (2). Konie dorosłe dobrze tolerują dużą różnicę temperatur, stąd też przyjmuje się, że parametr ten w stajni powinien wynosić od 5°C do 20°C (23). Warto jednak pamiętać, że lepiej radzą sobie z niskimi temperaturami niż wysokimi (15). Niestety, niektóre budynki stajenne szybko nagrzewają się, a brak możliwości ich bezpiecznego wentylowania, bez szkodliwych dla koni przeciągów, nie pozwala na obniżenie temperatury powietrza nawet nocą (29). Dodatkowym mankamentem staje się też nieprawidłowa pielęgnacja boksów powodująca nagrzewanie budynku od fermentującej ściółki. Fermentująca ściółka w połączeniu z wydychanym przez konie powietrzem i ich skłonnością do pocenia się wpływa nie tylko na niekorzystne zmiany składu powietrza, jego temperaturę, ale też na wzrost wilgotności względnej (1). Poziom wilgotności względnej jest dodatkowo potęgowany panującą na zewnątrz pogodą.

Konie źle znoszą warunki dużej wilgotności, która obniża ich samopoczucie i zwiększa skłonność do chorób układu oddechowego (16). Prawidłowa wilgotność względna w stajni, która nie powinna przekraczać 80%, zależy od ilości wytwarzanej przez konie pary wodnej oraz efektywności wentylacji budynku, ponadto odpowiedni system wentylacji ma również wpływ na dopuszczalną koncentrację szkodliwych gazów, w tym głównie dwutlenku węgla (≤ 3000 ppm), siarkowodoru ($\leq 0,5$ ppm) i amoniaku (≤ 20 ppm) (23).

W obliczu nieprawidłowych warunków stajennych obniżeniu ulega odporność i ogólna witalność organizmu, spada chęć do pracy, pogarsza samopoczucie, a niekiedy pojawiają się również problemy z apetytem i termoregulacją (14, 15). Ważne jest zatem, aby przede wszystkim określić, jakie zakresy temperatury i wilgotności w stajni mogą zaburzać poziom podstawowych parametrów fizjologicznych. Można wówczas przynajmniej częściowo poprawiać dobrostan koni, którym z różnych powodów ogranicza się dostęp do wybiegów i pastwisk.

Przyjęto założenie, że podwyższona temperatura i wilgotność w stajni powoduje niekorzystne zmiany profilu fizjologicznego koni. W związku z tym, celem była analiza wybranych parametrów technicznych powietrza w stajni i podstawowych parametrów fizjologicznych koni utrzymywanych w tej stajni w różnych porach roku.

Materiał i metody

Konie. Materiał badawczy stanowiły 24 konie gorąckrwiste rasy małopolskiej, użytkowane rekreacyjnie, utrzymywane w dwóch budynkach stajennych od przynajmniej

jednego roku. W każdym budynku utrzymywano po 12 koni, w równej liczbie klacze i wałachy. Wiek koni zamykał się w przedziale 7-15 lat. Konie były użytkowane pod siodłem przez pięć dni w tygodniu przez około 90 minut, wykonując pracę ujeżdżeniową lub skokową. Każdego dnia przebywały także 120-180 minut na padokach. Paszę podawano trzy razy na dobę: o 7.30, 13.30 i 19.30. W skład standardowej dawki wchodziło siano łąkowe i owies z dodatkiem witamin. Ponadto konie miały wodę i sól kamienną do woli.

Budynek stajenny. Konie utrzymywano w murowanych budynkach stajennych z ociepleniem wykonanym ze styropianu o grubości 10 cm z warstwą tynku okrywającego. Wymiary budynków wynosiły, odpowiednio: $24 \times 11 \times 3,5$ m. Długa oś budynków przebiegała w kierunku północ-południe tworząc korytarz przejazdowy zakończony z obydwu stron dwuskrzydłowymi drzwiami metalowymi. Po obydwu stronach korytarza usytuowanych było po sześć boksów o wymiarach 3×3 m z pełnymi ścianami działowymi między każdym z nich. Ściany frontowe od wysokości 1,2 m były częściowo okratowane, co pozwalało koniom na wystawianie głów na korytarz. Standardowe wyposażenie boków obejmowało: narożny żłób plastikowy, poidło automatyczne, paśnik i podstawkę na sól w kostce. Wyścielane codziennie słomą podłoże było wykonane z dębowych kłóców. Każdy boks był doświetlany światłem słonecznym przez okno w ramach wykonanych z PCV, z możliwością uchylu. Każde okno posiadało wymiary $1,6 \times 1,0$ m. Sufit w stajni był wykonany z drewna, z trzykrotnie powtarzanym systemem wentylacji grawitacyjnej. Przy temperaturze zewnętrznej powyżej 10°C stajnia była wentylowana non stop poprzez uchylone jedno skrzydło drzwi z obydwu stron korytarza.

Parametry fizyczne powietrza w stajni. Parametry określono czterokrotnie w ciągu roku: w pierwszym dniu kalendarzowego lata, jesieni, zimy i wiosny. Pomiary były przeprowadzone o 12.00, dla każdego parametru w pięciu punktach stajni oddalonych od siebie o 300 cm. Za każdym razem dokonano pomiaru: temperatury (°C) powietrza na korytarzu stajni na wysokości 150 cm, temperatury (°C) powietrza w boksie na wysokości 50 cm, temperatury (°C) powietrza w boksie na wysokości 150 cm, wilgotności względnej powietrza (%) na korytarzu na wysokości 150 cm, wilgotności względnej powietrza (%) w boksie na wysokości 50 cm, wilgotności względnej powietrza (%) w boksie na wysokości 150 cm. Wysokości, na których dokonywano pomiarów, odpowiadają w przybliżeniu pozycji głowy konia swobodnie stojącego (150 cm) oraz leżącego w boksie (50 cm). Do pomiarów użyto bezprzewodowego termohigrometru bateryjnego Bluetooth BLE-LOGGER – LB-518. Do odczytu bieżących i zarejestrowanych w pamięci danych z urządzenia wykorzystano aplikację na system Android: STORE-LOGGER – bezprzewodowy mobilny system kontroli mikroklimatu w magazynach.

Parametry fizjologiczne. Pomiary przeprowadzono dwukrotnie podczas każdego dnia badań: pierwszy raz o godzinie 6.00 i drugi raz o godzinie 18.00.

Określono: temperaturę (°C) wewnętrzną ciała koni, częstość rytmu serca (liczba uderzeń/min.) oraz częstość oddechów wyrażoną ich liczbą w trakcie jednej minuty (odd./min.).

Temperaturę ciała mierzono rektalnie przez 60 s z wykorzystaniem termometru weterynaryjnego Veterinär – Thermo-

meter SC 12. Do pomiarów rytmu serca (ud./min) (również 60 s) zastosowano natomiast mierniki firmy Polar ELECTRO OY – RS800CX (9). Składały się one z kompletu elektrody wraz z nadajnikiem oraz odbiornika z funkcją systematycznego zapisu danych. Nawilżona żelom do USG elektroda mocowana była na wysokości serca konia za pomocą taśmy gumowej. Uzyskane dane przesyłano następnie do pamięci komputera za pomocą transportera typu IrDA USB 2.0 Adapter. Analizy pozyskanych danych dokonano w programie Polar ProTrainer 5.0. Liczbę oddechów określono obserwując ruchy powłok brzusznych w trakcie jednej minuty (odd./min) za pomocą stopera ręcznego. Konie były przyzwyczajone do wykonywania takich pomiarów.

Metody statystyczne. Wyniki przeanalizowano pod kątem rozkładu normalnego. Dane testowano za pomocą czterech testów: chi-kwadrat, Lillieforsa, Kolmogorowa-Smirnowa i Shapiro-Wilka. Nie odnotowano ani jednego przypadku, aby wszystkie cztery testy równocześnie wykazały brak rozkładu normalnego cechy. Wyniki przeanalizowano statystycznie za pomocą pakietu SAS (24) z zastosowaniem modelu statystycznego z losowym czynnikiem konia oraz stałymi czynnikami płci koni ($n = 2$: klacz, wałach), pory roku ($n = 4$: wiosna, lato, jesień, zima), pomiaru (parametry techniczne powietrza w stajni: $n = 3$: pierwszy, drugi, trzeci punkt pomiaru i parametry fizjologiczne: $n = 2$: pomiar poranny i wieczorny) oraz budynku stajennego ($n = 2$: budynek nr 1 i budynek nr 2). Uwzględniono też interakcje między czynnikami. Różnice pomiędzy poszczególnymi poziomami czynników zbadano testem post-hoc (test Duncana) dla średnich najmniejszych kwadratów. Uwzględniono poziom istotności $P \leq 0,05$.

Wyniki i omówienie

Czynnik płci i budynku stajennego nie wykazał istotnego wpływu na parametry fizyczne powietrza w stajni oraz parametry fizjologiczne koni.

Temperatura powietrza na korytarzu stajni oraz w boksie na wysokości 150 cm powyżej podłoża różniła się istotnie między sobą w kolejnych porach roku

(tab. 1). Licząc od najwyższej wartości, kolejność była następująca: pora letnia, pora jesienna, pora wiosenna i pora zimowa. Istotne różnice wystąpiły również w obrębie tej cechy mierzonej w boksie stajni na wysokości 50 cm podczas kolejnych pór roku. Najniższe i równocześnie zbliżone do siebie wartości odnotowano w porze zimowej i wiosennej. Wartość istotnie wyższa od pozostałych wystąpiła natomiast podczas pory letniej. Jedynie podczas pory jesiennej nie było różnic między średnimi z różnych punktów pomiarowych. W pozostałych porach roku najniższa temperatura wystąpiła na korytarzu stajni, a najwyższa na wysokości 50 cm (lato i zima) lub 150 cm (wiosna).

Odnótowano istotne różnice między średnimi charakteryzującymi wilgotność względną powietrza na korytarzu stajni na wysokości 150 cm podczas kolejnych pór roku (tab. 2). Parametr ten podczas pory wiosennej i letniej był istotnie niższy od odnotowanego w porze jesiennej i zimowej. Dwie wymienione pary średnich były natomiast od siebie różne. Również między średnimi z różnych pór roku, które charakteryzowały wilgotność względną powietrza w boksie na wysokości 50 i 150 cm, odnotowano istotne różnice. Średnia w porze letniej była istotnie niższa, zaś w porze jesiennej istotnie wyższa od pozostałych. Dwie pozostałe średnie były natomiast do siebie zbliżone. We wszystkich porach roku nie odnotowano różnic między średnimi z różnych punktów pomiarowych.

Temperatura ciała koni podczas kolejnych pór roku najczęściej różniła się istotnie (tab. 3). Podczas pomiaru porannego temperatura w porze zimowej była istotnie niższa od temperatury w porze letniej, a każda z nich zbliżona do temperatury w porze jesiennej i wiosennej. W przypadku pomiaru wieczornego, temperatura w porze jesiennej i zimowej była najniższa, temperatura w porze letniej była natomiast najwyższa. Istotne różnice między wartością tego parametru rano i wieczorem wystąpiły jedynie w porze letniej. Średnia z wieczornego pomiaru była istotnie wyższa od średniej z pomiaru porannego.

Rytm serca badanych koni w kolejnych porach roku najczęściej różnił się istotnie między sobą (tab. 3). Podczas pomiaru porannego wartości odnotowane w porze letniej i jesiennej były istotnie wyższe od wartości uzyskanej w porze zimowej i wiosennej. Podczas pomiaru wieczornego wszystkie wartości różniły się istotnie między sobą. Licząc od najniższej, wartości te uszeregowały następująco pory roku: wiosenna, zimowa, jesienna, letnia. Różnice między rytmem serca porannym i wieczornym wystąpiły

Tab. 1. Temperatura (°C) powietrza w stajni podczas kolejnych pór roku (lsm $\pm$ se)

Punkty pomiaru	Pora roku			
	lato	jesień	zima	wiosna
Korytarz stajni, wysokość 150 cm	22,15 ^{ax} $\pm$ 4,27	19,56 ^{bx} $\pm$ 3,11	7,13 ^{cx} $\pm$ 3,76	13,51 ^{dx} $\pm$ 3,38
Boks, wysokość 50 cm	26,45 ^{ayz} $\pm$ 3,21	20,45 ^{bx} $\pm$ 3,33	14,79 ^{cy} $\pm$ 2,19	16,04 ^{czx} $\pm$ 3,26
Boks, wysokość 150 cm	24,77 ^{azx} $\pm$ 3,19	21,09 ^{bx} $\pm$ 3,64	12,79 ^{cy} $\pm$ 3,12	18,19 ^{dyz} $\pm$ 3,13

Objaśnienia: średnie oznaczone różnymi literami (a, b, c, d – w wierszach, x, y, z – w kolumnach) różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$; lsm – średnia najmniejszych kwadratów; se – błąd standardowy

Tab. 2. Wilgotność względna powietrza (%) w stajni podczas kolejnych pór roku (lsm $\pm$ se)

Punkty pomiaru	Pora roku			
	lato	jesień	zima	wiosna
Korytarz stajni, wysokość 150 cm	34,45 ^a $\pm$ 12,45	67,45 ^b $\pm$ 11,05	54,87 ^b $\pm$ 10,96	40,86 ^a $\pm$ 3,38
Boks, wysokość 50 cm	39,92 ^a $\pm$ 12,17	72,32 ^b $\pm$ 11,28	58,44 ^c $\pm$ 11,06	16,04 ^{czx} $\pm$ 3,26
Boks, wysokość 150 cm	37,81 ^a $\pm$ 12,03	70,78 ^b $\pm$ 11,65	57,37 ^c $\pm$ 11,27	49,11 ^c $\pm$ 11,47

Objaśnienia: średnie oznaczone różnymi literami (a, b, c, d – w wierszach; w kolumnach – brak istotnych różnic) różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$; lsm – średnia najmniejszych kwadratów; se – błąd standardowy

Tab. 3. Parametry fizjologiczne koni podczas kolejnych pór roku (lsm $\pm$ se)

Parametr	Pora roku							
	lato		jesień		zima		wiosna	
	rano	wieczór	rano	wieczór	rano	wieczór	rano	wieczór
Temperatura ciała (°C)	37,82 ^{ax} $\pm 0,23$	38,46 ^{ay} $\pm 0,26$	37,44 ^{acx} $\pm 0,34$	37,76 ^{bx} $\pm 0,35$	37,27 ^{bxc} $\pm 0,18$	37,53 ^{bx} $\pm 0,25$	37,73 ^{acx} $\pm 0,21$	38,05 ^{cx} $\pm 0,19$
Częstość rytmu serca (ud./min)	34,67 ^{ax} $\pm 2,45$	35,12 ^{ax} $\pm 2,18$	34,67 ^{ax} $\pm 1,88$	33,45 ^{by} $\pm 1,56$	33,12 ^{bx} $\pm 2,05$	32,45 ^{cx} $\pm 2,18$	32,97 ^{bx} $\pm 2,38$	31,76 ^{dx} $\pm 1,89$
Liczba oddechów (odd./min)	14,34 ^{ax} $\pm 0,43$	15,12 ^{ax} $\pm 0,54$	14,62 ^{ax} $\pm 0,33$	15,07 ^{ax} $\pm 0,78$	15,33 ^{bxc} $\pm 0,43$	15,23 ^{ax} $\pm 0,34$	14,78 ^{acx} $\pm 0,28$	14,26 ^{bx} $\pm 0,32$

Objaśnienia: średnie oznaczone różnymi literami (a, b, c – między tym samym pomiarem w różnych porach roku; x, y – między pomiarem porannym a wieczornym w tej samej porze roku) różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$; lsm – średnia najmniejszych kwadratów, se – błąd standardowy

tylko w porze jesiennej. Wartość odnotowana wieczorem była istotnie niższa od wartości odnotowanej rano.

Liczba oddechów badanych koni w kolejnych porach roku najczęściej nie różniła się istotnie (tab. 3). Zimą, podczas pomiaru porannego była ona istotnie wyższa od wartości odnotowanej w lecie i jesienią oraz zbliżona do wartości odnotowanej wiosną. W trakcie pomiaru wieczornego jedynie wartość z pory wiosennej była istotnie niższa od pozostałych. Istotnych różnic między średnimi z pomiaru porannego i wieczornego nie stwierdzono.

Okazuje się, że pora roku może mieć znaczący wpływ na temperaturę powietrza w stajni. Jak można było przewidzieć, temperatura ta osiągnęła najniższą wartość w zimie, dalej wiosną, następnie jesienią i wreszcie najwyższą latem. Warto jednak podkreślić, że w lecie i jesienią analizowane wartości były najbardziej zbliżone do siebie. Zwłaszcza było to obserwowane w boksach tuż ponad powierzchnią ściółki, gdzie temperatura była wyższa niż na korytarzu. Wydaje się zatem, że szczególnie intensywne przewietrzanie stajni jest wskazane nie tylko w okresie letnim, ale też jesiennym, w którym często ogranicza się naturalne wentylowanie stajni poprzez przemykanie drzwi i okien. Na konieczność całorocznego wentylowania stajni celem obniżenia temperatury powietrza wskazują badania przeprowadzone przez Bullone i wsp. (6). Wymienieni autorzy wskazali na pozytywny wpływ niskiej temperatury powietrza w stajni na złagodzenie symptomów niedrożności dróg oddechowych w stadium zaostrzenia objawów zaawansowanej astmy koni. Podkreślili również, że temperatura powietrza była dodatnio skorelowana ze stężeniami pyłków w powietrzu, a dalej ze wzrostem ciśnienia płucnego i oporem płucnym.

Sytuacja była odmienna podczas analizy wilgotności względnej. Najwyższe wartości wystąpiły w porze jesiennej i zimowej. Wydaje się zatem, że te dwie pory roku mogą sprawiać najwięcej trudności w utrzymaniu optymalnych warunków mikroklimatycznych w pomieszczeniach dla koni. Konie z trudem znoszą wysoką wilgotność (8). Łatwiej dochodzi wówczas do schorzeń układu oddechowego (6), a u osobników starych pojawiają się zaostrzone objawy przewlekłej choroby reumatycznej (30). Na podstawie uzyskanych wyników

można zatem jeszcze raz podkreślić konieczność kontrolowanego wentylowania stajni w porze jesiennej i zimowej, gdyż według Bøe i wsp. (3), podczas niskiej wilgotności względnej i ujemnej temperatury powietrza w stajni, możliwe jest utrzymywanie koni bez uszczerbku na ich zdrowiu.

Mimo odnotowanych zmian w wybranych parametrach technicznych powietrza w stajni, różnice w tempera-

turze wewnętrznej badanych koni, które mogłyby być związane z porą roku, nie były duże, a ich wartości były zgodne z zakresami referencyjnymi oraz badaniami przeprowadzonymi w podobnych warunkach stajennych (12). Bez wątpienia, na ten fakt wpływa stałocieplność organizmu koni (21) i poziom parametrów technicznych powietrza w stajni mieszczący się na poziomie minimalnych warunków utrzymania koni (4, 17). Istotne różnice w poziomie temperatury wewnętrznej ciała koni wystąpiły jedynie podczas porównania pory letniej z zimową. Na uwagę zasługuje również fakt, że w lecie jej wartość podnosiła się w ciągu dnia, co było najprawdopodobniej spowodowane nagrzewaniem budynku przez promienie słoneczne (28). W zimie natomiast temperatura obniżała się, osiągając wieczorem wartość istotnie niższą niż rano. Wyniki te nie są zgodne z badaniami przeprowadzonymi przez Piccione i wsp. (22). Autorzy ci odnotowali w porze zimowej wzrost tego parametru w kolejnych godzinach dnia świetlnego w zimie, sugerując tym samym wyraźny rytm dzienny temperatury wewnętrznej koni. Różnice w wynikach mogły być spowodowane sposobem wentylowania stajni.

Na podstawie wyników własnych warto zatem podkreślić, że intensywne wietrzenie budynku w lecie jest konieczne, zaś w zimie czynność tę warto dozować, aby z jednej strony nie dopuścić do nadmiernego zwiększenia wilgotności powietrza, zaś z drugiej nie doprowadzić do zaburzenia rytmu dobowego w zakresie temperatury wewnętrznej koni. Konsekwencją tej sytuacji może być przeziębienie organizmu, co podkreślają Brown i wsp. (5).

Interesujące jest również, że rytm serca koni wyraźnie różnił się w kolejnych porach roku. Można więc sugerować, że jest on parametrem o wiele czulszym na warunki mikroklimatyczne w stajni niż temperatura wewnętrzna ciała. Wyniki wskazują, że rytm serca był wyższy w porze zimowo-wiosennej niż latem i jesienią. Nie wiadomo jednak na tym etapie badań, czy wspomniane różnice i powiązania były związane tylko z warunkami w stajni. Być może podwyższona akcja serca zimą mogła być faktycznie spowodowana koniecznością ogrzania organizmu. Wiosną natomiast mogło decydować o tym np. tzw. przesilenie organizmu związane z intensywną wymianą okrywy włosowej (26).

Najmniej istotnych różnic między średnimi pojawiło się natomiast podczas analizy liczby oddechów. Nie można jednak pomniejszać znaczenia wpływu mikroklimatu w stajni na ten parametr. Na stwierdzenie to wskazuje fakt, że zimą, gdy wilgotność powietrza była podwyższona, a temperatura powietrza niska, liczba oddechów była znacząco większa od odnotowanej w pozostałych porach roku. Może to też być związane z faktem, że w okresie jesienno-zimowym budynki inwentarskie są rzadziej wietrzone, stężenie tlenu wewnątrz stajni spada na rzecz szkodliwych gazów (27), co skutkuje zwiększeniem liczby oddechów. Warto zatem zasugerować, że okres zimowy można uznać za najtrudniejszy do utrzymania takich warunków stajennych, które będzie można uznać za korzystne dla koni (6).

Związane z porą roku różnice w poziomie parametrów technicznych powietrza i parametrów fizjologicznych koni w stajni nakłaniają do kontynuowania badań nad optymalizacją sposobu utrzymania pożądanego mikroklimatu w każdej porze roku. Jak podają Janczarek i wsp. (15) oraz Geor i wsp. (10), wiedza z tego zakresu jest ważna, gdyż zarówno ogólny klimat jak i mikroklimat stajni mogą w konsekwencji pogarszać kondycję fizyczną oraz ogólny stan zdrowia fizycznego i psychicznego koni.

Pora roku wywiera znaczący wpływ na kształtowanie mikroklimatu stajennego. Ze względu na utrzymanie optymalnego poziomu wilgotności względnej powietrza, jedynie zimą i okresowo jesienią powinno się ograniczać wietrzenie stajni. Warto również podkreślić, że mikroklimat stajni wyraźnie oddziałuje na podstawowe parametry fizjologiczne koni. Wysoka temperatura powietrza stajni w lecie może spowodować niekorzystne zmiany w postaci wieczornego wzrostu temperatury wewnętrznej ciała koni, natomiast wysoka wilgotność względna może przyczyniać się do spadku temperatury ciała zwierząt w porze zimowej. Pozostałe parametry, czyli częstość rytmu serca i liczba oddechów mogą wówczas również niekorzystnie wzrosnąć, głównie w okresie letnim. Zima dla koni jest okresem, w którym utrzymywanie prawidłowego poziomu parametrów fizjologicznych jest problematyczne. Wartości te najbardziej stabilne są jesienią i wiosną.

Piśmiennictwo

1. Banhazi T., Woodward R.: Reducing the concentration of airborne particles in horse stables. In XIII International Congress on Animal Hygiene. Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia 2007, 483-487.
2. Bihuncová I., Jiskrová I., Kostuková M., Černohorská H., Oravcová I.: Stable microclimate influence on physiological attributes in horses. *Mendelnet*. 2013, 171-173.
3. Boe K. E., Dragsund G., Jørgensen G. H., Fabian-Wheeler E.: Air Quality in Norwegian Horse Stables at Low Outdoor Temperatures. *J. Equine Vet. Sci.* 2017, 55, 44-50, <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.02.007>.
4. Bombik E., Bombik T., Frankowska A.: Evaluation of selected parameters of horse stabling environment in box-stall stables. *Acta Sci. Pol., Zootechnica* 2011, 10, 13-21.
5. Brown J. H., Pilliner S., Davies Z.: Horse and stable management. John Wiley & Sons 2013, 234.
6. Bullone M., Murcia R. Y., Lavoie J. P.: Environmental heat and airborne pollen concentration are associated with increased asthma severity in horses. *Equine Vet. J.* 2016, 48, 479-484, <https://doi.org/10.1111/evj.12559>.

7. Clarke A. F.: A review of environmental and host factors in relation to equine respiratory disease. *Equine Vet. J.* 1987, 19, 435-441, <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1987.tb02638.x>.
8. Clarke A. F.: Stable design and management. *Veterinary Annual*. United Kingdom. 1993, 24-44.
9. Essner A., Sjöström R., Ahlgren E., Lindmark B.: Validity and reliability of Polar® RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. *Physiol. Beh.* 2013, 114-115, 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.03.002>.
10. Geor R. J., McCutcheon L. J., Ecker G. L., Lindinger M. I.: Thermal and cardiorespiratory responses of horses to submaximal exercise under hot and humid conditions. *Equine Vet. J.* 1995, 27, 125-132, <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1995.tb05018.x>.
11. Goodwin D.: Horse behaviour: evolution, domestication and feralization, [in:] *The Welfare of Horses*. Springer, Dordrecht 2005, 1-18.
12. Green A. R., Gates R. S., Lawrence L. M.: Measurement of horse core body temperature. *J. Therm. Biol.* 2005, 30, 370-377, <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.03.003>.
13. Harewood E. J., McGowan C. M.: Behavioral and physiological responses to stabling in naive horses. *J. Equine Vet. Sci.* 2005, 25, 164-170, <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2005.03.008>.
14. Hodgson D. R., Davis R. E., McConaghy F. F.: Thermoregulation in the horse in response to exercise. *Br. Vet. J.* 1994, 150, 219-235, [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(05\)80003-X](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(05)80003-X).
15. Janczarek I., Wilk I., Zalewska E., Bocian K.: Correlations between the behavior of recreational horses, the physiological parameters and summer atmospheric conditions. *Animal Sci. J.* 2015, 86, 721-728, <https://doi.org/10.1111/asj.12343>.
16. Kohn C. W., Hinchcliff K. W., McKeever K. H.: Effect of ambient temperature and humidity on pulmonary artery temperature of exercising horses. *Equine Vet. J.* 1999, 31, 404-411.
17. Kwiatkowska-Stenzel A., Sowińska J., Mituniewicz T., Iwańczuk-Czernik K., Wójcik A., Radzyńska M.: The comparison of horses management conditions in the box stall stable and the horse-barn. *Pol. J. Nat. Sci.* 2011, 26, 27-36.
18. McGreevy P. D., Cripps P. J., French N. P., Green L. E., Nicol C. J.: Management factors associated with stereotypic and redirected behaviour in the Thoroughbred horse. *Equine Vet. J.* 1995, 27, 86-91, <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1995.tb03041.x>.
19. Mills D. S., Clarke A.: Housing, management and welfare, [in:] *The welfare of horses*. Springer, Dordrecht 2007, 77-97.
20. Minero M., Canali E.: Welfare issues of horses: an overview and practical recommendations. *Ital. J. Anim.* 2009, 8, 219-230, <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.sl.219>.
21. Morgan K.: Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. *J. Therm. Biol.* 1998, 23, 59-61.
22. Piccione G., Caola G., Refinetti R.: The circadian rhythm of body temperature of the horse. *Biol. Rhythm Res.* 2002, 33, 113-119, <https://doi.org/10.1076/brhm.33.1.113.1322>.
23. Romaniuk W., Overby T.: Systemy utrzymania koni. Poradnik. Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa 2004.
24. SAS Institute Inc. CNU SAS user's guide statistics: version 9.1.3. Cary NC. 2003.
25. Saunders C., Nieuwe N., Banhazi T.: Reducing the Concentrations of Airborne Particles in Bedded Livestock Buildings: Development of a Testing Equipment [online], [in:] *Agricultural Technologies In a Changing Climate: The 2009 CIGR International Symposium of the Australian Society for Engineering in Agriculture*. Brisbane, Queensland: Engineers Australia, 2009, 655-662. Availability: <<https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=647366302037663;res=IELENG>> ISBN: 9780858259096. [cited 31 Jan 20].
26. Stachurska A., Robovský J., Bocian K., Janczarek I.: Changes of coat cover in primitive horses living on a reserve. *J. Anim. Sci.* 2015, 93, 1411-1417, <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8668>.
27. Topczewska J., Rogowska A.: Assessment of housing conditions in selected horse stables. *Scient. Ann. Polish Soc. Animal Prod.* 2017, 13, 67-75.
28. Trzaskowska A.: Budownictwo stajenne część I. Hodowca i Jeździec, 2012, 10, 110-113.
29. Webster A. J. F., Clarke A. F., Madelin T. M., Wathes C. M.: Air hygiene in stables 1: Effects of stable design, ventilation and management on the concentration of respirable dust. *Equine Vet. J.* 1987, 19, 448-453, <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1987.tb02641.x>.
30. Woods P. S., Robinson N. E., Swanson M. C., Reed C. E., Broadstone R. V., Derksen F. J.: Airborne dust and aeroallergen concentration in a horse stable under two different management systems. *Equine Vet. J.* 1993, 25, 208-213, <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02945.x>.

Autor korespondencyjny: dr inż. Elżbieta Wnuk-Pawlak, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: prof. dr hab. Iwona Janczarek; iwona.janczarek@up.lublin.pl