

## KSZTAŁTOWANIE SIĘ PARAMETRÓW HEMATOLOGICZNYCH I RÓWNOWAGI KWASOWO-ZASADOWEJ KRWI CIELĄT W ZALEŻNOŚCI OD POZIOMU ŻELAZA W PIERWSZYM TYGODNIU ICH ŻYCIA

Robert Kupczyński, Maciej Adamski, Adam Roman

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** Celem badań była ocena kształtowania się parametrów hematologicznych i równowagi kwasowo-zasadowej krwi cieląt w zależności od poziomu żelaza w pierwszym tygodniu ich życia. U 20 cieląt w 7., 14. i 21. dniu ich życia oznaczono w surowicy krwi parametry gospodarki żelazowej i hematologiczne oraz równowagę kwasowo-zasadową krwi. Cielęta podzielono na 2 grupy w zależności od poziomu żelaza w 7 dniu życia: grupa I ( $<15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ), grupa II ( $>15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ). W badaniu tym stwierdzono u cieląt grupy I zawartość Fe na poziomie  $10,39 \mu\text{mol/l}$ . Wraz z wiekiem cieląt wystąpił wzrost zawartości żelaza i wysycenia transferyny żelazem, natomiast obniżenie się TIBC i UIBC. Bez dodatkowej suplementacji (preparat mlekozastępczy, pasze stałe), poziom żelaza we krwi cieląt obu grup uległ w okresie 2 tygodni istotnemu ( $p \leq 0,01$ ) wzrostowi. Występujące różnice w poziomach parametrów hematologicznych nie zostały potwierdzone statystycznie. Stwierdzono istotną ( $p \leq 0,01$ ) korelację pomiędzy pH krwi a procentowym wysyceniem transferyny żelazem oraz pomiędzy wysyceniem transferyny żelazem a stosunkiem  $\text{HCO}_3^-$  do  $\text{pCO}_2$ .

**Słowa kluczowe:** cielęta, parametry hematologiczne krwi, równowaga kwasowo-zasadowa, żelazo

### WSTĘP

Stan zdrowia cieląt zależy od wielu czynników, takich jak: ryzyko infekcji, warunki utrzymania, żywienie i transfer odporności biernej [Quigley i Drewry 1998]. Najczęściej występującym problemem zdrowotnym w pierwszych tygodniach ich życia są choroby przewodu pokarmowego i układu oddechowego [Svensson i in. 2003]. Pewnym problemem jest przejściowa, łagodna anemia występująca u młodych szybko rosnących cieląt [Underwood i Suttle 1999]. Potwierdzają to również badania krajowe [Depta i in. 1990]. Anemia może rozwinąć się u młodych cieląt i jest związana przeważnie z nieadekwatną

w stosunku do zapotrzebowania zawartością tego mikroelementu w mleku czy preparacie mlekozastępczym [Underwood i Suttle 2001, Heidarpour Bami i in. 2008]. Ma ona najczęściej charakter pierwotny [Depta i in. 1990].

Koncentracja żelaza całkowitego we krwi nowo narodzonych cieląt pochodzących od pierwiastek jest zbliżona do stężenia stwierdzanego u cieląt urodzonych przez wieloródki. Jego poziom jest również zbliżony u obu płci [Kume i Tanabe 1994, 1996]. Cielęta z porodów bliźniaczych charakteryzują się natomiast o wiele niższym stężeniem żelaza w surowicy krwi niż cielęta z porodów pojedynczych, co jednocześnie związane jest z ryzykiem wystąpienia u nich anemii [Kume i Tanabe 1994]. Podawanie cielętom żelaza (do paszy lub parenteralnie) prowadzi do poprawy wskaźników hematologicznych i wyższych przyrostów dobowych cieląt [Mohri i in. 2004, Heidarpour Bami i in. 2008].

Celem badań była ocena kształtowania się parametrów hematologicznych i równowagi kwasowo-zasadowej krwi cieląt w zależności od poziomu żelaza w pierwszym tygodniu ich życia. Badania dotyczyły 3 pierwszych tygodni życia cieląt.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 20 cielętach, mieszańcach ras PHF i CB, począwszy od 7 dnia ich życia. Cielęta utrzymywane były w oborze (miejscu urodzenia), w pojedynczych kojcach ściółowych. Żywienie cieląt do 5–6 dnia życia oparte było wyłącznie na mleku pełnym (4–6 kg dziennie), a od 7 dnia życia otrzymywały preparat mlekozastępczy oraz siano łąkowe i mieszankę pełnoporcjową *ad libitum*. Mleko, a następnie preparat mlekozastępczy były podawane 2 razy dziennie. Preparat mlekozastępczy zawierał 140 mg Fe·kg<sup>-1</sup> SM (wg producenta).

Wszystkim cielętom (przed karmieniem) pobrano krew z żyły szyjnej zewnętrznej, w 7., 14. i 21. dniu ich życia. Oznaczono w niej:

- parametry przemiany żelazowej w surowicy krwi: żelazo całkowite, całkowitą zdolność wiązania żelaza (TIBC) – odczynniki firmy bioMerieux; wyliczono utajoną zdolność wiązania żelaza (UIBC) i procent wysycenia transferyny żelazem,
- poziom parametrów równowagi kwasowo-zasadowej z użyciem analizatora gazometrycznego firmy Ciba Corning-248 w temperaturze 38°C: pH, prężność tlenu (pO<sub>2</sub>) i dwutlenku węgla (pCO<sub>2</sub>), aktualne stężenie wodorowęglanów (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nadmiar lub niedobór zasad (BE), całkowitą zawartość dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub> T), procentowe wysycenie (saturacja) hemoglobiny tlenem (sO<sub>2</sub>); wyliczono stosunek komponentu metabolicznego do oddechowego (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:pCO<sub>2</sub>); krew pobierano i transportowano do laboratorium zgodnie z metodą badań gazometrycznych,
- parametry hematologiczne: hematokryt, stężenie hemoglobiny, liczbę czerwonych i białych krwinek – używając analizatora hematologicznego Sysmex K-4500; obliczono wskaźniki czerwonekrwinkowe, tj. średnią objętość krwinki czerwonej (MCV), średnią zawartość hemoglobiny w krwince (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwince (MCHC).

Cielęta podzielono na 2 grupy w zależności od stwierdzonego poziomu żelaza we krwi w 7 dniu życia: grupa I ( $<15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ), grupa II ( $>15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ). Podziału dokonano wg Knowlesa i in. [2000], którzy stwierdzili w surowicy krwi cieląt klinicznie zdrowych w tym wieku poziom Fe wynoszący  $15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ .

W tych samych terminach co pobranie krwi, cielęta zostały poddane badaniom klinicznym. Cielęta ważono na początku (7 dzień życia) i na końcu doświadczenia w 21 dniu życia, na tej podstawie wyliczono przyrosty dobowe w tym okresie.

Uzyskane wyniki badań poddane zostały analizie statystycznej z użyciem programu Statgraphics ver. 5.0, po uwzględnieniu średnich, odchyłeń standardowych oraz istotności różnic między grupami i kolejnymi terminami badań wykorzystujących test Duncana.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W 7. dniu życia u 4 cieląt grupy I zaobserwowano umiarkowaną błądź błon śluzowych. W następnych terminach badań (14., 21. dzień życia) nie stwierdzono już żadnych klinicznych objawów anemii (osowiałości, utraty łaknienia, błądź błon śluzowych). W 14. dniu życia, u niektórych cieląt wystąpiły łagodne (przejściowe) objawy biegunki. Stwierdzono je u 4 cieląt z grupy I i u 3 z grupy II. Etiologia biegunek jest złożona, gdyż poza czynnikami środowiskowymi i żywieniowymi, mogą pojawić się czynniki zakaźne [García i in. 2000; Callaway i in. 2003]. Patogenne drobnoustroje występujące w kale cieląt z biegunką mogą jednak być wykrywane również u cieląt klinicznie zdrowych [de la Fuente i in. 1998].

Siara krów zawiera około 3 razy więcej żelaza niż mleko. Średnia zawartość żelaza w mleku krów będących w laktacji wynosi od  $5,14 - 12,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy [Coni i in. 1995]. Jest to wyraźnie mniej niż wynosi zapotrzebowanie cieląt, które kształtuje się na poziomie  $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy dawki [Kinal 2001]. Zastosowana w badaniach własnych dawka pokarmowa, począwszy od 7 dnia życia, znacznie to zapotrzebowanie przewyższała.

Wartości referencyjne poszczególnych parametrów krwi powinny uwzględniać wiek zwierząt. Na wyraźne różnice dotyczące kształtowania się parametrów hematologicznych, biochemicznych, gospodarki mineralnej wraz z wiekiem cieląt wskazują Knowles i in. [2000] oraz Mohri i in. [2007]. W surowicy krwi cieląt z grupy I poziom żelaza całkowitego w 7 dniu życia był istotnie ( $p \leq 0,01$ ) niższy ( $10,39 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ) w porównaniu z grupą II ( $20,33 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ). U cieląt tygodniowych, żywionych w zbliżony sposób jak w badaniach własnych, stwierdzono zawartość żelaza wynoszącą  $19,22 \mu\text{mol.l}^{-1}$  [Mohri i in. 2004]. W innych badaniach zawartość żelaza w 7 dniu życia cieląt żywionych mlekiem pełnym wyniosła  $15,59 \mu\text{mol.l}^{-1}$  [Depta i in. 1990]. Na niski poziom tego pierwiastka, poniżej  $15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ , do 28 dnia życia wskazują Mohri i in. [2007]. U cieląt z grupy I wartości pozostałych parametrów gospodarki żelazowej, a więc TIBC, UIBC i wysycenie transferyny żelazem również były niższe niż u cieląt z grupy II. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność uzupełniania podaży tego pierwiastka. Skuteczność

taką uzyskano stosując siarczany żelaza [Mohri i in. 2004] lub iniekcję dekstranu żelaza [Heidarpour Bami i in. 2008]. Bez dodatkowej suplementacji poziom żelaza zbliżony do 20  $\mu\text{mol/l}$  odnotowano dopiero około 56. dnia życia [Knowles i in. 2000, Mohri i in. 2004].

Po kolejnym pobraniu krwi (14. dzień) stwierdzono, że u cieląt grupy I wystąpił wzrost ( $p \leq 0,01$ ) zawartości żelaza całkowitego do 18,37  $\mu\text{mol.l}^{-1}$  i wysycenia transferyny żelazem, natomiast spadek zawartości TIBC i UIBC (tab. 1). Podobne tendencje odnotowano u cieląt grupy II, przy czym poziom Fe wyniósł 27,56  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ . W 21 dniu życia cieląt z grupy I stwierdzono dalszy wzrost stężenia żelaza całkowitego do poziomu 22,75  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ , jednakże był on niższy w porównaniu z grupą II (tab. 1). Wartość UIBC u cieląt grupy II uległa istotnemu ( $p \leq 0,01$ ) obniżeniu w porównaniu z początkiem badań, przy jednoczesnym wzroście ( $p \leq 0,01$ ) wysycenia transferyny żelazem. Podawanie cielętom preparatów żelazowych (parenteralnie) wiąże się z przejściowym wzrostem TIBC [Heidarpour Bami i in. 2008]. Po doustnej suplementacji żelaza stwierdzono systematyczny wzrost wysycenia transferyny żelazem we krwi [Mohri i in. 2004]. Stwierdzony w badaniach własnych wzrost stężenia Fe i wysycenia transferyny żelazem, przy obniżeniu się TIBC może świadczyć o zmniejszeniu się stężenia transferyny lub ewentualnie o braku zmian jej stężenia.

Tabela 1. Średnie wartości parametrów gospodarki żelazowej w surowicy krwi cieląt

Table 1. Mean values of iron management parameters in blood serum of calves

| Grupa<br>Group  |           | Żelazo całkowite<br>Total iron<br>$\mu\text{mol.l}^{-1}$ | TIBC<br>$\mu\text{mol.l}^{-1}$ | UIBC<br>$\mu\text{mol.l}^{-1}$ | Wysycenie transferyny<br>żelazem<br>Transferrin saturation<br>with iron - % |
|---|-----------|--|--------------------------------|--------------------------------|---|
| Pobranie w 7 dniu życia – Sampling in 7th day of life   |           |  |                                |                                |   |
| I (n=10)  | $\bar{x}$ | 10,39 <sup>AB</sup>                                      | 99,35 <sup>ab</sup>            | 79,24 <sup>A</sup>             | 17,21 <sup>A</sup>  |
|   | SD        | 2,59   | 21,30                          | 17,12                          | 19,41   |
| II (n=10)   | $\bar{x}$ | 20,33 <sup>BC</sup>                                      | 109,74 <sup>A</sup>            | 89,43 <sup>ab</sup>            | 18,96 <sup>B</sup>  |
|   | SD        | 4,75   | 18,25                          | 27,17                          | 5,24  |
| Pobranie w 14 dniu życia – Sampling in 14th day of life |           |  |                                |                                |   |
| I (n=10)  | $\bar{x}$ | 18,37 <sup>A</sup>                                       | 90,40 <sup>a</sup>             | 72,03                          | 20,47   |
|   | SD        | 7,26   | 11,14                          | 11,96                          | 7,88  |
| II (n=10)   | $\bar{x}$ | 27,56 <sup>B</sup>                                       | 97,59 <sup>c</sup>             | 70,03 <sup>a</sup>             | 27,15   |
|   | SD        | 14,02  | 16,03                          | 11,16                          | 11,43   |
| Pobranie w 21 dniu życia – Sampling in 21st day of life |           |  |                                |                                |   |
| I (n=10)  | $\bar{x}$ | 22,75 <sup>B</sup>                                       | 85,31 <sup>b</sup>             | 62,58 <sup>A</sup>             | 27,45 <sup>A</sup>  |
|   | SD        | 9,54   | 12,20                          | 16,38                          | 12,84   |
| II (n=10)   | $\bar{x}$ | 27,98 <sup>C</sup>                                       | 86,68 <sup>cA</sup>            | 58,71 <sup>B</sup>             | 31,56 <sup>B</sup>  |
|   | SD        | 11,44  | 9,79                           | 14,89                          | 14,64   |

a, b, c - istotność różnic pomiędzy poszczególnymi pobraniami przy  $p \leq 0,05$ . Significant differences between the individual samplings at  $p \leq 0,05$ .

A, B - istotność różnic pomiędzy poszczególnymi pobraniami przy  $p \leq 0,01$ . Significant differences between the individual samplings at  $p \leq 0,01$ .

Wians i in. [2001] oceniając wartość diagnostyczną poszczególnych wskaźników uszeregowali je w następującej kolejności: TIBC > stężenie transferyny > MCV > wysycenie transferyny żelazem > żelazo całkowite. Wcześniejsze badania wskazują, że lekka anemia w wyniku deficytu żelaza może wystąpić u nowo narodzonych cieląt przy prawidłowo-

wym rozwoju erythropoezy [Kume i Tanabe 1996]. Niedokrwistość u cieląt może wynikać z niedoboru białek transportujących lub zaburzeń we wchłanianiu Fe z przewodu pokarmowego, jako np. efekt stanów zapalnych [cyt. za Depta i in. 1990]. Stwierdzona w badaniach Depty i in. [1990] niedokrwistość występująca u cieląt nasilała się wraz z ich wiekiem, w 21. dniu życia poziom Fe wyniósł jedynie  $6,74 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ . W badaniach własnych takich tendencji nie stwierdzono, co wynikało z wysokiej zawartości żelaza w preparacie mlekozastępczym oraz pewnej jego ilości w paszach stałych. W sianie łąkowym stwierdzano  $320 \text{ ppm Fe}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy [Mohri i in. 2004].

Poziomy parametrów hematologicznych w dniu rozpoczęcia badań nie różniły się statystycznie (tab. 2). Zawartość hemoglobiny w surowicy krwi w 7. dniu życia była niższa u cieląt z grupy I ( $5,5 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), natomiast wyższa w grupie II ( $6,26 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Podobnie kształtowała się liczba erytrocytów. Średnie wartości MCH były na zbliżonym poziomie w obu grupach. Wartości badanych parametrów hematologicznych mieściły się w szerokim przedziale wartości referencyjnych, podawanych przez Knowlesa i in. [2000] dla cieląt klinicznie zdrowych. Mimo niskiego poziomu Fe w grupie I, stężenie hemoglobiny mieściło się w granicach wartości prawidłowych [Winnicka 2001, Mohri i in. 2004].

W okresie badawczym u wszystkich cieląt stwierdzono nieregularne wahania parametrów hematologicznych. Liczba erytrocytów, zawartość hemoglobiny wykazywały niewielkie tendencje wzrostowe u obu grup (tab. 2). Podawanie cielętom preparatów żelazowych wiąże się ze wzrostem stężenia hemoglobiny i liczby erytrocytów we krwi [Mohri i in. 2004, Heidarpour Bami i in. 2008], jednak bez wpływu na wskaźniki czerwokrwinkowe [Mohri i in. 2004]. Fizjologicznie liczba erytrocytów we krwi cieląt ulega wzrostowi wraz z wiekiem [Mohri i in. 2007].

Tabela 2. Parametry hematologiczne we krwi cieląt

Table 2. The hematological parameters in blood of calves

| Grupa<br>Group  |        | Hematokryt<br>Haematocrit<br>$\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ | Hemoglobina<br>Haemoglobin<br>$\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ | Krwinki<br>czerwone<br>Red blood<br>cells – $\text{T}\cdot\text{l}^{-1}$ | MCV<br>fL | MCH<br>fmol | MCHC<br>$\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ | Krwinki białe<br>White blood<br>cells – $\text{G}\cdot\text{l}^{-1}$ |
|---|--------|---|---|--|-----------|-------------|---|--|
| Pobranie w 7 dniu życia – Sampling in 7th day of life   |        |   |   |  |           |             |   |  |
| I (n=10)  | $\chi$ | 0,33  | 5,50  | 7,01   | 46,75     | 0,78        | 17,49 <sup>ab</sup>                       | 8,41 <sup>a</sup>  |
|   | SD     | 0,10  | 1,03  | 1,29   | 12,64     | 0,02        | 3,00                                      | 2,28   |
| II (n=10)   | $\chi$ | 0,35  | 6,26  | 7,77   | 44,37     | 0,80        | 18,14 <sup>ac</sup>                       | 7,41   |
|   | SD     | 0,07  | 1,13  | 1,23   | 2,49      | 0,02        | 0,79                                      | 1,78   |
| Pobranie w 14 dniu życia – Sampling in 14th day of life |        |   |   |  |           |             |   |  |
| I (n=10)  | $\chi$ | 0,30  | 5,81  | 7,20   | 41,75     | 0,81        | 19,37 <sup>b</sup>                        | 6,14 <sup>ab</sup>   |
|   | SD     | 0,08  | 1,43  | 1,76   | 1,46      | 0,02        | 0,82                                      | 1,38   |
| II (n=10)   | $\chi$ | 0,37  | 6,78  | 8,39   | 43,94     | 0,81        | 18,41 <sup>cd</sup>                       | 6,81   |
|   | SD     | 0,07  | 1,02  | 1,21   | 2,19      | 0,02        | 0,80                                      | 1,11   |
| Pobranie w 21 dniu życia – Sampling in 21st day of life |        |   |   |  |           |             |   |  |
| I (n=10)  | $\chi$ | 0,31  | 5,76  | 7,21   | 42,39     | 0,80        | 18,53                                     | 8,58 <sup>b</sup>  |
|   | SD     | 0,07  | 1,25  | 1,55   | 0,96      | 0,02        | 0,46                                      | 1,52   |
| II (n=10)   | $\chi$ | 0,35  | 6,49  | 8,31   | 42,48     | 0,78        | 18,37 <sup>d</sup>                        | 8,84   |
|   | SD     | 0,06  | 0,98  | 1,24   | 0,85      | 0,01        | 0,42                                      | 2,15   |

a, b, c, d - istotność różnic pomiędzy poszczególnymi pobraniami przy  $p \leq 0,05$  - significant differences between the individual samplings at  $p \leq 0,05$ .

Stwierdzone u niewielkiej liczby cieląt umiarkowane biegunki nie wpłynęły w istotny sposób na średnie wartości parametrów hematologicznych (tab. 2). U cieląt z objawami biegunki stwierdza się wzrost wartości hematokrytu, a także poziomu Hb i MCHC, czemu towarzyszy zmniejszenie się MCV [Constable i in. 2001].

W dniu rozpoczęcia badań u wszystkich cieląt stwierdzono zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej (RKZ) w postaci lekkiej kwasicy typu oddechowego, która była częściowo skompensowana (tab. 3). Procesy kompensacyjne były wyraźniejsze u grupy II, u której wystąpiła hiperkapnia  $p\text{CO}_2$  (7,81 kPa), a stosunek  $\text{HCO}_3^- : p\text{CO}_2$  wyniósł 17,99. Hejłasz i in. [1987] stwierdzili, że pełna normalizacja pH krwi i układów buforowych następuje około 10. dnia życia. W 14. dniu życia u cieląt obu grup stwierdzono obniżenie stężenia wodorowęglanów we krwi, przy istotnym ( $p \leq 0,05$ ) obniżeniu się zawartości zasad buforowych, w następstwie wystąpienia umiarkowanej biegunki. W dniu zakończenia badań lekkie zaburzenia RKZ uległy kompensacji u obu grup. Procentowe wysycenie hemoglobiny tlenem ( $s\text{O}_2$ ) było na bardzo niskim poziomie podczas całego okresu badań (tab. 3).

Występująca u nowo narodzonych cieląt fizjologiczna kwasica powinna ulec kompensacji po 6 do 24 godzin od chwili ich narodzin [Varga i in. 2001]. W przebiegu biegunki, niezależnie od mechanizmu ich powstawania, następuje utrata wody, elektrolitów i zasad ustrojowych, prowadząc do hipowolemii, zaburzeń gospodarki elektrolitowej, hipoglikemii i kwasicy metabolicznej [Constable i in. 2001, Suzuki i in. 2002]. Kasari [1999] uważa, że u cieląt w okresie neonatalnym wartości pH poniżej 7,28 i  $\text{HCO}_3^-$  poniżej  $20 \mu\text{mol.l}^{-1}$  świadczą o występowaniu kwasicy metabolicznej. W przebiegu biegunki, przy umiarkowanym odwodnieniu, stwierdzono pH krwi wynoszące 7,21,  $\text{HCO}_3^-$   $15,01 \mu\text{mol.l}^{-1}$  i BE  $-8,66 \mu\text{mol.l}^{-1}$  [Guzalbektes i in. 2007]. W badaniach własnych

Tabela 3. Wartości parametrów równowagi kwasowo-zasadowej w krwi cieląt

Table. 3. Values of acid-base balance parameters in blood of calves

| Grupa<br>Group  |           | pH                   | $p\text{O}_2$<br>kPa | $\text{PCO}_2$<br>kPa | $\text{HCO}_3^-$ akt.<br>$\text{mmol.l}^{-1}$ | BE<br>$\text{mmol.l}^{-1}$ | $s\text{O}_2$<br>% | $\text{CO}_2\text{T}$<br>$\text{mmol.l}^{-1}$ | $\frac{\text{HCO}_3^-}{p\text{CO}_2}$ |
|---|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|---|----------------------------|--------------------|---|---------------------------------------|
| Pobranie w 7 dniu życia – Sampling in 7th day of live   |           |                      |                      |                       |   |                            |                    |   |                                       |
| I (n=10)  | $\bar{x}$ | 7,297 <sup>abA</sup> | 3,10                 | 7,75 <sup>A</sup>     | 27,54 <sup>a</sup>                            | 1,30 <sup>Aa</sup>         | 30,68              | 29,26 <sup>a</sup>                            | 15,75 <sup>abA</sup>                  |
|   | s         | 0,032                | 1,34                 | 1,32                  | 4,70  | 4,92                       | 18,99              | 4,96  | 1,20                                  |
| II (n=10)   | $\bar{x}$ | 7,354 <sup>A</sup>   | 3,37                 | 7,81 <sup>aC</sup>    | 31,67 <sup>abA</sup>                          | 6,36 <sup>Ab</sup>         | 38,68 <sup>A</sup> | 33,40 <sup>abA</sup>                          | 17,99 <sup>A</sup>                    |
|   | SD        | 0,031                | 0,31                 | 0,65                  | 2,79  | 3,05                       | 5,61               | 2,88  | 1,26                                  |
| Pobranie w 14 dniu życia – Sampling in 14th day of live |           |                      |                      |                       |   |                            |                    |   |                                       |
| I (n=10)  | $\bar{x}$ | 7,334 <sup>a</sup>   | 3,51                 | 6,33 <sup>AB</sup>    | 24,60 <sup>B</sup>                            | -1,04 <sup>ac</sup>        | 40,80              | 26,00 <sup>B</sup>                            | 17,15 <sup>a</sup>                    |
|   | SD        | 0,021                | 0,65                 | 0,71                  | 2,86  | 2,95                       | 11,70              | 3,00  | 0,85                                  |
| II (n=10)   | $\bar{x}$ | 7,323                | 3,71                 | 6,57 <sup>c</sup>     | 25,02 <sup>A</sup>                            | -0,83 <sup>b</sup>         | 43,93              | 26,48 <sup>A</sup>                            | 16,81                                 |
|   | SD        | 0,043                | 0,52                 | 0,82                  | 4,44  | 5,00                       | 8,37               | 4,58  | 1,67                                  |
| Pobranie w 21 dniu życia – Sampling in 21st day of live |           |                      |                      |                       |   |                            |                    |   |                                       |
| I (n=10)  | $\bar{x}$ | 7,335 <sup>b</sup>   | 3,03 <sup>a</sup>    | 7,56 <sup>b</sup>     | 29,46 <sup>B</sup>                            | 3,83 <sup>c</sup>          | 34,63 <sup>a</sup> | 31,12 <sup>B</sup>                            | 17,23 <sup>b</sup>                    |
|   | SD        | 0,043                | 0,64                 | 0,66                  | 3,81  | 4,39                       | 9,08               | 3,91  | 1,64                                  |
| II (n=10)   | $\bar{x}$ | 7,347                | 4,00 <sup>a</sup>    | 6,89 <sup>a</sup>     | 27,43 <sup>b</sup>                            | 1,97                       | 49,09 <sup>a</sup> | 28,98 <sup>b</sup>                            | 17,78                                 |
|   | SD        | 0,042                | 0,99                 | 0,85                  | 2,36  | 2,59                       | 15,86              | 2,48  | 1,77                                  |

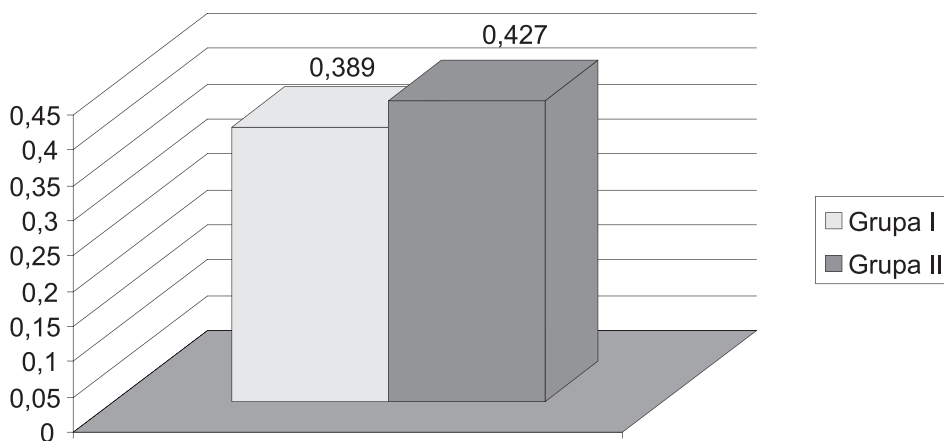
a, b, c – istotność różnic pomiędzy poszczególnymi pobraniami przy  $p \leq 0,05$  – significant differences between the individual samplings at  $p \leq 0,05$ .

A, B – istotność różnic pomiędzy poszczególnymi pobraniami przy  $p \leq 0,01$  – significant differences between the individual samplings at  $p \leq 0,01$ .

zaburzenia RKZ nie były nasilone, ze względu na lekki przebieg biegunki występującej u niewielkiej ilości cieląt.

Istotne ( $p \leq 0,01$ ) korelacje stwierdzono pomiędzy pH krwi a procentowym wysyceniem transferyny żelazem (0,44),  $pO_2$  a TIBC (0,35) i wysyceniem transferyny żelazem (-0,62) oraz  $HCO_3^-$  a wysyceniem transferyny żelazem (0,28). Korelacja pomiędzy stosunkiem  $HCO_3^-:pCO_2$  a wysyceniem transferyny żelazem wyniosła 0,61 ( $p \leq 0,01$ ). Korelacja pomiędzy pH krwi a zawartością w niej Fe nie była statystycznie istotna.

Średnie dobowe przyrosty masy ciała były stosunkowo niskie, nie wykazano różnic statystycznie istotnych pomiędzy grupami (rys. 1). Odnotowano nieznacznie niższe przyrosty dobowe u cieląt z grupy I, u których w 7. dniu ich życia stwierdzono niższą koncentrację żelaza całkowitego w surowicy krwi. Zastosowanie u cieląt dekstranu żelaza spowodowało wzrost ( $p \leq 0,05$ ) przyrostów dobowych [Heidarpour Bami i in. 2008].



Rys. 1. Przyrosty dobowe cieląt (kg)

Fig. 1. Daily gain of calves (kg)

## WNIOSKI

W 7 dniu życia u cieląt (grupa I) stwierdzono niski poziom żelaza w surowicy krwi, wynoszący  $10,39 \mu\text{mol.l}^{-1}$ . Duża zawartość żelaza w preparacie mlekozastępczym i pobieranie pasz stałych przez cielęta umożliwiło w szybkim czasie wyrównanie lekkich zaburzeń gospodarki żelazowej. Wraz z wiekiem cieląt stwierdzono wzrost zawartości żelaza całkowitego i wysycenia transferyny żelazem, natomiast obniżenie się TIBC i UIBC. Występujące różnice w poziomach parametrów hematologicznych nie zostały potwierdzone statystycznie. Stwierdzono istotną ( $p < 0,01$ ) korelację pomiędzy pH krwi a procentowym wysyceniem transferyny żelazem, oraz pomiędzy wysyceniem transferyny żelazem a stosunkiem  $HCO_3^-:pCO_2$ .

**PIŚMIENICTWO**

- Callaway T.R., Elder R.O., Keen J.E., Anderson R.C., Nisbet D.J., 2003. Forage feeding to reduce preharvest *Escherichia coli* populations in cattle, a review. *J. Dairy Sci.* 86, 852–860.
- Coni E., Bocca A., Ianni D., Caroli S., 1995. Preliminary evaluation of the factors influencing the trace element content of milk and dairy products. *Ford Chem.*, 52, 123–130.
- Constable P.D., Thomas E., Boisrame B., 2001. Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally - induced diarrhoea. *Vet. J.* 162, 129–140.
- de la Fuente R., García A., Ruiz-Santa-Quiteria J.A., Luzón M., Cid D., García S., Orden J.A., Gómez-Bautista M., 1998. Proportional morbidity rates of enteropathogens among diarrheic dairy calves in central Spain. *Prev. Vet. Med.* 36, 145–152.
- Depta A., Rychlik A., Wosek J., Nieradka R., 1990. Zachowanie się niektórych mikroelementów w przebiegu niedokrwistości u cieląt. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Ser. Vet.* 19, 207–222.
- García A., Ruiz-Santa-Quiteria J.A., Orden J.A., Cid D., Sanz R., Gómez-Bautista M., de la Fuente R., 2000. Rotavirus and concurrent infections with other enteropathogens in neonatal diarrheic dairy calves in Spain. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.* 23, 175–183.
- Guzelbektes H., Coskun A., Sen I., 2007. Relationship between the degree of dehydration and the balance of acid-based changes in dehydrated calves with diarrhoea. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* 51, 83–87.
- Heidarpour Bami M., Mohri M., Seifi H.A., Alavi Tabatabaee A.A., 2008. Effects of parenteral supply of iron and copper on hematology, weight gain, and health in neonatal dairy calves. *Vet. Res. Commun.* 32, 7, 553–561.
- Hejłasz Z., Nicpoń J., Raułuszkiewicz S., Samborski Z., 1987. Układy buforowe, elektrolity, pH i wykładniki czerwonych krwinek w krwi krów i cieląt w okresie okołoporodowym. *Pol. Arch. Wet.* 25, 225–234.
- Kasari T.R., 1999. Metabolic acidosis in calves. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 15, 473.
- Knowles T.G., Edwards J.E., Bazeley K.J., Brown S.N., Butterworth A., Warriss P.D., 2000. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Vet. Rec.* 147, 593–598.
- Kinal S., 2001. Składniki mineralne. Praca zbiorowa red. E.R. Grela. Dodatki w żywieniu bydła. Wyd. PPH VIT-TRA. 19–41.
- Kume, S., Tanabe S., 1994. Effect of twinning and supplemental iron-saturated lactoferrin on iron status of newborn calves. *J. Dairy Sci.* 77, 3118–3123.
- Kume, S., Tanabe S., 1996. Effect of supplemental lactoferrin with ferrous iron on iron status of newborn calves. *J. Dairy Sci.* 79, 459–464.
- Mohri M., Sarrafzadeh F., Seifi H.A., Farzaneh N., 2004. Effects of oral iron supplementation on some haematological parameters and iron biochemistry in neonatal dairy calves. *Comp. Clinic. Pathol.* 13, 39–42.
- Mohri M., Sharifi K., Eidi S., 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Res. Vet. Sci.* 83, 30–39.
- Quigley J.D., Drewry J.J., 1998. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. *J. Dairy Sci.* 81, 2779–2790.
- Suzuki K., Abe I., Iwabuchi S., Tsumagari S., Matsumoto T., Asano R., 2002. Evaluation of isotonic sodium bicarbonate solution for alkalinizing effects in conscious calves. *J. Vet. Med. Sci.* 64, 699–703.



- Svensson C., Lundborg K., Emanuelson U., Olsson S.O., 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.* 58, 179–197.
- Underwood E.J., Shuttle N.F., 1999. *The mineral nutrition of livestock*. Third ed. London, England: CABI Publishing; pp. 375–396.
- Varga J., Mester L., Borzsonyi L., Lekeux P., Szenci O., 2001. Improved pulmonary adaptation in newborn calves with postnatal acidosis. *Vet. J.* 162: 226–232.
- Wians F.H. Jr., Urban J.E., Keffer J.H., Kroft S.H., 2001. Discriminating between iron deficiency anemia and anemia of chronic disease using traditional indices of iron status vs transferrin receptor concentration. *Am. J. Clin. Pathol.* 115, 1, 112–8.
- Winnicka A., 2001. *Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii*. Wyd. SGGW. Warszawa.

## **HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND ACID-BASE BALANCE IN BLOOD OF CALVES DEPENDING ON AN IRON LEVEL IN THE FIRST WEEK OF THEIR LIFE**

**Abstract.** The aim of the study was an assessment of hematological parameters and acid-base balance in blood of calves depending on an iron level in the first week of their life. Parameters of iron balance, hematological parameters and acid-base balance were determined in 20 calves in 7th, 14th and 21st day of life. Calves were divided into 2 groups depending on the level of iron in blood at 7th day of life: group I ( $<15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ), group II ( $>15 \mu\text{mol.l}^{-1}$ ). Observed in the present study content of Fe in calves from group I was on a level of  $10.39 \mu\text{mol.l}^{-1}$ . The increase in iron level and transferrin saturation with an iron, and a decrease in TIBC and UIBC were observed with the age of calves. Without an additional supplementation (milk replacer, concentrate, hay) level of iron on blood of calves of both groups significantly ( $p \leq 0.01$ ) increased in a period of 2 weeks. Differences in level of hematological parameters were not confirmed statistically. A significant ( $p \leq 0.01$ ) correlation was observed between pH of blood and a percentage value of transferrin saturation with iron, and  $\text{HCO}_3^-/\text{pCO}_2$  ratio.

**Key words:** acid-base balance, calves, hematological parameters of blood, iron

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 9.12.2008