

# Efektywność różnych form preparatów żelazowych w odchowie prosiąt

WACŁAW KRASUCKI, ŁUKASZ ORLICKI

Instytut Żywienia Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Akademicka 13, 20-034 Lublin

Krasucki W., Orlicki Ł.

## Effect of various iron preparations in the rearing of piglets

### Summary

The effectiveness of different means of iron administration (injected or applied per os either in paste form or in the form of mineral-organic composition) to piglets with the aim of anemia prevention was investigated. The influence of the investigated iron preparations on piglets' performance and blood indices was also determined. The experiment was carried out with 158 piglets, Polish Landrace (deriving from 16 litters) divided into 4 treatments. All piglets were fed with the full feed mixture prestarter type. For animals in group I an iron supplement in chelate with hydrated glycine form was added to the mixture. The piglets of groups II and III, on day 5 after birth, were administered a single dose of iron (100 mg) via two routes: either intramuscularly (as a commercial preparation Ferrovit in group II) or per os (as a commercial paste Suiferrin for group III). The piglets of group IV (control) received no extra iron sources. Additional iron administered per os as a paste or as a diet-incorporated chelate protected piglets until day 28 of life against physiological anemia and their mortality was similarly good as the intramuscularly injected iron preparation. Daily gains and blood indices of the piglets from these treatments were better in comparison with control animals.

**Keywords:** anemia, piglets, iron-chelate, haematology

Niedokrwistość spowodowana niedoborem żelaza u prosiąt jest stymulowana szybko wyczerpującymi się rezerwami tego pierwiastka, a także dynamiką wzrostu tkanki mięśniowej. Konsekwencją nieprawidłowego funkcjonowania młodych organizmów mogą być zwiększone upadki, zmniejszone przyrosty oraz wydłużony okres odchowu. Problem ten, pomimo wielu przeprowadzonych badań (4, 5, 8, 10, 12, 15), jest wciąż aktualny, a wobec nowych ras świń i linii mieszańców nabiera nowego znaczenia. Stosowana dotychczas profilaktyka sprowadza się przeważnie do podania noworodkom żelaza w formie iniekcji. Sposób ten jest skuteczny, wymaga jednak fachowej wiedzy z zakresu medycyny weterynaryjnej, niesie pewne ryzyko ujawnienia cytotoksyczności tego pierwiastka, jest uciążliwy w stosowaniu i dość mocno ingeruje w dobrostan zwierzęcia (3, 9, 10, 12, 13). Preparaty żelazowe stosowane *per os* ze względu na prostą, nieinwazyjną aplikację, bezstresowe ich pobranie przez zwierzęta stały się dość atrakcyjnym sposobem w zapobieganiu anemii fizjologicznej (3, 5, 8, 11, 16). Obok stosowanych dotychczas typowych preparatów farmakologicznych podawanych *per os* (Lactiferm, Suiferrin – pasta) pojawia się aktualnie możliwość podawania żelaza w formie połączeń organicznych (chelaty, białczany) (4-7, 14).

Celem przeprowadzonych badań było porównanie efektywności podawania preparatów żelazowych stosowanych iniekcyjnie z aplikowanymi *per os* w formie pasty lub odpowiedniej kompozycji składników mineralnych w formie nieorganicznej i połączeń organicznych w zapobieganiu niedokrwistości prosiąt, jak również sprawdzenie ich wpływu na efekty produkcyjne i wskaźniki krwi.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono w chlewni zarodowej w gospodarstwie położonym w województwie mazowieckim, w okresie styczeń-sierpień 2005 r. Stado podstawowe stanowiły lochy rasy polskiej białej zwiślouchej (pbz) w 2.-4. laktacji i masie ciała 160-220 kg. Wszystkie lochy były klinicznie zdrowe i pozostawały pod stałym nadzorem lekarza weterynarii. Lochy żywiono dwa razy dziennie w okresie ciąży i laktacji mieszankami pełnodawkowymi przy stałym dostępie do wody. Stosowane mieszanki były zgodne z Normami Żywienia Świń (1), a warunki w chlewni odpowiadały zalecanym normom zoohigienicznym (17).

Doświadczenie przeprowadzono na 16 miotach (158 prosiąt rasy pbz). Do badań właściwych użyto 96 prosiąt losowo wybranych z 16 miotów (po 6 prosiąt z miotu) i podzielonych na cztery grupy: grupę I (Chelat Fe), grupę II (Ferrovit), grupę III (Suiferrin) oraz grupę IV (jako kontrola). Prosiętom wszystkich grup od 5. do 28. dnia życia

podawano mieszankę pełnodawkową granulowaną *ad libitum* w specjalnie wykonanych korytkach przy stałym dostępie do poidełek smoczkowych z wodą pitną.

Prosięta grupy I (Chelat Fe) otrzymywały *ad libitum* od piątego do dwudziestego ósmego dnia prestarter wzbogacony w 100 mg chelatu żelaza z wodzianem glicyny. Prosięta grupy II, III i IV otrzymywały mieszankę kontrolną, przy czym dla prosiąt grupy II dodatkowo podano domięśniowo 100 mg żelaza (preparat Ferrovit) w piątym dniu życia. Prosiętom grupy III dodatkowo aplikowano *per os* 105 mg żelaza (Suiferrin – pasta), również w piątym dniu. Grupę IV (kontrolną) stanowiły prosięta, które nie otrzymywały żelaza z dodatkowych źródeł. Stosowane mieszanki pełnodawkowe dla prosiąt wszystkich grup były sporządzone z tych samych surowców paszowych, przy czym do mieszanki dla prosiąt grupy I wprowadzono dodatkowo 100 mg chelatu żelaza z wodzianem glicyny, natomiast w mieszankach dla pozostałych grup prosiąt zastosowano żelazawy siarczan ( $\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ ). Wszystkie prosięta od momentu porodu poddano 28-dniowej obserwacji klinicznej, podczas której wykonano badania hematologiczne krwi oraz rejestrowano masę ciała, spożycie paszy i ogólny stan zdrowia.

W przeprowadzonych badaniach profilaktykę niedokrwistości niedoborowej prosiąt w grupach doświadczalnych prowadzono stosując preparaty żelazowe: Ferrovit (Biowet Gorzów Wielkopolski), Suiferrin – pasta (Biowet Puławy) oraz chelat żelaza z wodzianem glicyny dodany do mieszanki pełnodawkowej dla prosiąt w grupie I. Prosiętom w grupie II podano preparat Ferrovit, domięśniowo w ilości  $1 \text{ cm}^3$ /prosię, zaś w grupie III Suiferrin – pasta, *per os* w ilości  $1,5 \text{ cm}^3$ /prosię. Preparaty żelazowe podawano w 5. dniu życia prosiąt jednokrotnie w tych samych dawkach w przeliczeniu na stężenie trójwartościowego żelaza. Jako *placebo* prosiętom grupy IV (kontrolnej) podano domięśniowo PBS w dawce  $1 \text{ cm}^3$ /zwierzę.

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w surowcach i mieszankach pełnodawkowych dla loch i prosiąt oznaczono metodą AOAC (2). Składniki mineralne oznaczono metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej przy użyciu ASA-Unicam 939, natomiast zawartość fosforu ogólnego kolorymetrycznie według PN-76/R-64781. Do badań hematologicznych krew od prosiąt pobierano z żyły czołowej przedniej do probówek zawierających sól potasową EDTA ( $\text{K}_3\text{EDTA}$  w ilości  $1,8 \text{ g/mg/cm}^3$  krwi). Natomiast do oznaczenia stężenia zjonizowanego żelaza w surowicy krew pobierano do jałowych probówek bez antykoagulantu. Badania hematologiczne i biochemiczne we krwi prosiąt wykonano przed podaniem preparatów żelazowych (w 5. dniu), a następnie w 12. 21. i 28. dniu życia prosiąt.

W pełnej krwi oznaczono: liczbę krwinek czerwonych (RBC), wartość hematokrytu (Ht) i stężenie hemoglobiny (Hb) przy użyciu Hematology Analyzer Abakus junior vet (Diatron GmbH, Wien, Austria).

W surowicy krwi oznaczono stężenie zjonizowanego żelaza (SI) wykorzystując zestaw odczynnikowy (BioMaxima, Polska). Pomiary ekstensji wykonano na automatycznym analizatorze biochemicznym Hitachi 704; całkowitą zdolność wiązania żelaza (TIBC) oznaczono metodą kolorymetryczną na automatycznym analizatorze biochemicz-

nym Hitachi 704; utajoną zdolność wiązania żelaza (UIBC) obliczono przy wykorzystaniu równania:  $\text{UIBC} (\mu\text{mol/l}) = \text{TIBC} (\mu\text{mol/l}) - \text{SI} (\mu\text{mol/l})$ ; wysycenie transferyny żelazem (%TS) obliczono stosując równanie (przy założeniu, że 1 mg transferyny maksymalnie wiąże 1,2  $\mu\text{g}$  żelaza).

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem programu Statistica 5.0 testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA. Istotność różnic wyznaczono testem Duncana, przyjmując poziom istotności 0,05.

## Wyniki i omówienie

**Efekty produkcyjne oraz pobranie żelaza przez prosięta w okresie odchowu.** Liczba prosiąt żywo urodzonych oraz średnia masa ciała przy urodzeniu we wszystkich grupach żywieniowych kształtowały się na zbliżonym poziomie, a różnice pomiędzy grupami oscyływały w granicach 3-9% (tab. 1). Wraz z postępującym okresem odchowu w grupach prosiąt otrzymujących dodatek żelaza (grupa I-III) zwiększała się ich masa ciała z 1,39 kg przy urodzeniu do 7,88 kg w 28. dniu życia. Średnio prosięta tych grup przyrosły 6,49 kg. W tym samym okresie w grupie IV (kontrolnej) wzrost masy ciała prosiąt wyniósł 4,78 kg, a uzyskane różnice w porównaniu do grup otrzymujących dodatki żelaza okazały się statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ).

Pozytywne rezultaty profilaktycznego stosowania preparatów żelazowych odzwierciedlały się w zakresie tempa przyrostów masy ciała zwierząt od urodzenia do odsadzenia (tab. 2), które w grupie II wynosiły 232 g, III – 224 g i I – 217 g i były istotnie wyższe w porównaniu z przyrostami masy ciała prosiąt grupy IV (kontrola) o około 108 g. Średnia masa ciała prosiąt w 28. dniu odchowu w grupach, które otrzymywały dodatkowo preparaty żelaza, wyniosła 7,90 kg, podczas gdy w grupie kontrolnej masa ciała prosiąt wynosiła 6,12 kg. Nie obserwowano biegunek i padnięć prosiąt we wszystkich grupach.

Średnie dobowe pobranie żelaza w skarmianych mieszankach za okres 28 dni życia przez prosięta w trzech grupach, tj. II, III i IV (tab. 3) było zbliżone i wyniosło 7,3 g, natomiast prosięta grupy I pobrały istotnie więcej żelaza (13,5 g). Najwyższe pobranie żelaza z mieszanek odnotowano w I grupie i wynikało z jego wyższej zawartości w skarmianej mieszance pełnodawkowej (250 mg/kg). Porównując wyniki badań własnych z rezultatami uzyskanymi przez innych autorów (3, 6, 11, 12, 18), można stwierdzić, że przeprowadzone badania wykazały efektywność wszystkich trzech zastosowanych preparatów (Ferrovit, Suiferrin – pasta i Chelat Fe).

**Wskaźniki hematologiczne w krwi obwodowej prosiąt.** Średnią liczbę czerwonych krwinek (RBC) w krwi prosiąt poszczególnych grup zestawiono w tab. 4. W 5. dniu życia prosięta wszystkich grup cechowały się zbliżoną liczbą krwinek czerwonych ( $4,76 \pm 0,06 \times 10^{12}/\text{l}$ ). Najwyższy wzrost liczby erytrocytów wystąpił we krwi prosiąt grupy II i III, gdzie

Tab. 1. Średnia masa ciała prosiąt, kg ( $\bar{x} \pm s$ )

Masa ciała	Grupy			
	I (Chelat Fe) n = 42	II (Ferrovet) n = 38	III (Suiferrin) n = 40	IV (kontrolna) n = 38
Przy urodzeniu	1,31 ± 0,07	1,42 ± 0,08	1,45 ± 0,09	1,34 ± 0,08
5. dnia	2,01 ± 0,18	2,20 ± 0,17	2,18 ± 0,16	1,97 ± 0,11
12. dnia	3,12 <sup>ab</sup> ± 0,26	3,42 <sup>b</sup> ± 0,31	3,32 <sup>ab</sup> ± 0,36	2,98 <sup>a</sup> ± 0,27
21. dnia	5,29 <sup>a</sup> ± 0,39	5,73 <sup>a</sup> ± 0,32	5,58 <sup>a</sup> ± 0,22	4,69 <sup>b</sup> ± 0,37
28. dnia	7,59 <sup>a</sup> ± 0,42	8,11 <sup>a</sup> ± 0,69	7,93 <sup>a</sup> ± 0,54	6,12 <sup>b</sup> ± 0,41

Objaśnienia: a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tab. 2. Przyrosty masy ciała prosiąt, (g) ( $\bar{x} \pm s$ )

Dni odchowu	Grupy			
	I (Chelat Fe) n = 42	II (Ferrovet) n = 38	III (Suiferrin) n = 40	IV (kontrolna) n = 38
1-5	140 ± 28	156 ± 24	146 ± 21	126 ± 22
6-12	159 ± 21	174 ± 28	163 ± 27	144 ± 21
13-21	241 <sup>a</sup> ± 27	257 <sup>a</sup> ± 21	251 <sup>a</sup> ± 26	190 <sup>b</sup> ± 25
22-28	329 <sup>a</sup> ± 26	340 <sup>a</sup> ± 22	336 <sup>a</sup> ± 24	204 <sup>b</sup> ± 22
$\bar{x} \pm SEM$	217 <sup>a</sup> ± 4,1	232 <sup>a</sup> ± 3,7	224 <sup>a</sup> ± 2,9	166 <sup>b</sup> ± 3,8

Objaśnienia: jak w tab. 1; SEM – błąd standardowy średniej

Tab. 3. Dobowe pobranie żelaza w mieszankach pełnodawkowych przez prosięta (mg) od 6. do 28. dnia ( $\bar{x} \pm s$ )

Dni odchowu	Grupy			
	I (Chelat Fe) n = 42	II (Ferrovet) n = 38	III (Suiferrin) n = 40	IV (kontrolna) n = 38
6-12	3,75 ± 0,01	2,70 ± 0,01	2,10 ± 0,01	1,65 ± 0,01
13-21	12,50 <sup>a</sup> ± 0,02	7,05 <sup>a</sup> ± 0,01	6,76 <sup>a</sup> ± 0,01	5,10 <sup>b</sup> ± 0,01
22-28	24,25 <sup>a</sup> ± 0,02	14,85 <sup>a</sup> ± 0,02	14,18 <sup>a</sup> ± 0,02	11,25 <sup>b</sup> ± 0,02
$\bar{x} \pm SEM$	13,50 <sup>a</sup> ± 0,09	8,20 <sup>a</sup> ± 0,07	7,66 <sup>a</sup> ± 0,08	6,00 <sup>b</sup> ± 0,09

Objaśnienia: jak w tab. 2

stosowano dodatek Ferrovetu w formie iniekcji lub Suiferrinu – pasta *per os*. Uzyskane różnice dla tego wskaźnika między tymi grupami a kontrolną (IV) okazały się statystycznie istotne. Dotyczyło to zarówno poszczególnych faz odchowu prosiąt, jak i średniej za cały odchów. Również dodatek chelatu Fe (grupa I) istotnie w stosunku do grupy IV (kontrolnej) wpłynął na wzrost liczby RBC, przy czym wartości te były nieco niższe niż w grupach II i III. W kolejnych terminach oznaczeń wraz z postępującym odchowem prosiąt następował wzrost liczby czerwonych krwinek, a różnice między 5. i 28. dniem życia okazały się statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ).

W badaniach własnych stwierdzono, że aplikacja żelaza korzystnie wpłynęła na liczbę erytrocytów u badanych zwierząt. Najwyższą liczbę erytrocytów we krwi notowano u prosiąt grupy II (Ferrovet) otrzymującej dodatek żelaza w formie iniekcji. W tym samym okresie w grupie zwierząt kontrolnych obserwo-

wano nasilenie się objawów anemii niedoborowej, wyrażającej się m.in. spadkiem liczby krwinek czerwonych do wartości  $3,27 \times 10^{12}/l$ .

Kolejnym badanym wskaźnikiem, służącym do rozpoznawania niedokrwistości powodowanej niedoborem żelaza (niedokrwistość niedobarwliwa i mikrocytarna) w odróżnieniu od innych niedokrwistości niedoborowych, szczególnie powstałych na tle niedoboru witaminy B<sub>12</sub> i kwasu foliowego, jest hematokryt (HCT). Wartość hematokrytu na początku badań (tab. 4) we wszystkich czterech grupach była zbliżona i wahała się w granicach 0,29-0,31 l/l. Prosięta otrzymujące dodatek żelaza (grupy I-III) charakteryzowały się stopniowym wzrostem hematokrytu we krwi od wartości 0,29-0,31 l/l do 0,32-0,36 l/l w 28. dniu życia. W grupie kontrolnej zanotowano natomiast spadek hematokrytu z 0,29 w 5. dniu do 0,16 l/l w 28. dniu życia, co pośrednio może wskazywać na anemię niedoborową.

Średnie stężenie hemoglobiny (Hb tab. 4) we krwi prosiąt z grup otrzymujących dodatek żelaza, stopniowo zwiększało się w okresie odchowu z około 5,9 mmol/l do 8,24, 7,97 i 7,38 mmol/l, odpowiednio, w grupach II, III i I. Należy jednak zauważyć, że u prosiąt grupy III i grupy I, które otrzymywały żelazo *per os* w 12. dniu życia nastąpił wyraźny wzrost stężenia hemoglobiny we krwi w porównaniu do prosiąt grupy II, którym aplikowano żelazo drogą iniekcji. Po dużym wzroście wartości hemoglobiny w 12. dniu życia w grupie I i III, późniejszy wzrost był już wolniejszy. Jednocześnie w tym

okresie w grupie IV (kontrolnej) następowało istotne obniżenie stężenia hemoglobiny w stosunku do początkowego okresu badań z 5,94 do 3,11 (mmol/l). Należy jednak zauważyć, że u prosiąt grupy III i grupy I, które otrzymywały żelazo *per os* w 12. dniu życia nastąpił wyraźny wzrost stężenia hemoglobiny we krwi w porównaniu do prosiąt grupy II, którym aplikowano żelazo drogą iniekcji. Jest to prawdopodobnie możliwość szybszej, ale bardziej krótkotrwałej reakcji po doustnym podaniu dekstranu żelaza w porównaniu z iniekcją. Jak podają Miller i Ullrey (15) oraz Madej i wsp. (11), wbrew pozorom, dostępność żelaza z dekstranu podanego w iniekcji jest opóźniona, ponieważ jest wychwytywane przez układ siateczkowo-śródbłonkowy, zanim po przemianach zostanie przekazane dla potrzeb erytropoezy. Żelazo przy podaniu *per os* szybko przekazane jest β-globulinie osocza – transferynie i może być bezpośrednio wykorzystywane do syntezy hemoglobiny. Po dużym wzroście wartości hemoglo-

Tab. 4. Wybrane wskaźniki hematologiczne krwi prosiąt ( $n = 24$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

Wskaźnik	Dzień odchowu	Grupy				SEM
		I (Chelat Fe)	II (Ferrovet)	III (Suiferrin)	IV (kontrolna)	
RBC ( $10^{12}/l$ )	5	4,70 ± 0,34	4,82 ± 0,24	4,78 ± 0,34	4,77 ± 0,27	0,14
	12	5,09 <sup>a</sup> ± 0,34	5,56 <sup>a</sup> ± 0,41	5,27 <sup>a</sup> ± 0,25	3,95 <sup>b</sup> ± 0,32	0,18
	21	5,15 <sup>a</sup> ± 0,52	5,98 <sup>a</sup> ± 0,54	5,46 <sup>a</sup> ± 0,44	3,65 <sup>b</sup> ± 0,37	0,19
	28	5,97 <sup>a</sup> ± 0,45	6,32 <sup>a</sup> ± 0,44	6,14 <sup>a</sup> ± 0,23	3,27 <sup>b</sup> ± 0,54	0,12
	$\bar{x}$	5,23 <sup>a</sup>	5,67 <sup>a</sup>	5,41 <sup>a</sup>	3,92 <sup>b</sup>	
HCT (l/l)	5	0,29 ± 0,02	0,31 ± 0,02	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,09
	12	0,31 <sup>a</sup> ± 0,03	0,34 <sup>a</sup> ± 0,01	0,33 <sup>a</sup> ± 0,01	0,21 <sup>b</sup> ± 0,03	0,07
	21	0,33 <sup>a</sup> ± 0,01	0,38 <sup>a</sup> ± 0,01	0,36 <sup>a</sup> ± 0,02	0,19 <sup>b</sup> ± 0,02	0,08
	28	0,36 <sup>a</sup> ± 0,01	0,41 <sup>a</sup> ± 0,02	0,38 <sup>a</sup> ± 0,01	0,16 <sup>b</sup> ± 0,02	0,09
	$\bar{x}$	0,32 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,20 <sup>b</sup>	
Hb (mmol/l)	5	5,92 ± 0,32	5,89 ± 0,48	5,96 ± 0,41	5,94 ± 0,39	0,11
	12	7,11 <sup>a</sup> ± 0,55	6,98 <sup>a</sup> ± 0,44	7,85 <sup>a</sup> ± 0,54	4,02 <sup>b</sup> ± 0,34	0,19
	21	7,21 <sup>a</sup> ± 0,49	7,84 <sup>a</sup> ± 0,53	7,89 <sup>a</sup> ± 0,47	3,37 <sup>b</sup> ± 0,45	0,13
	28	7,38 <sup>a</sup> ± 0,44	8,24 <sup>a</sup> ± 0,54	7,97 <sup>a</sup> ± 0,54	3,11 <sup>a</sup> ± 0,43	0,18
	$\bar{x}$	6,90 <sup>a</sup>	7,24 <sup>a</sup>	7,41 <sup>a</sup>	4,11 <sup>b</sup>	

Objaśnienia: jak w tab. 2

Tab. 5. Wybrane wskaźniki biochemiczne surowicy prosiąt ( $n = 24$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

Wskaźnik	Dzień odchowu	grupy				SEM
		I (Chelat Fe)	II (Ferrovet)	III (Suiferrin)	IV (kontrolna)	
SI * ( $\mu\text{mol/l}$ )	5	12,62 ± 1,75	12,49 ± 1,99	12,37 ± 1,24	12,29 ± 1,38	0,93
	12	16,82 <sup>a</sup> ± 1,25	19,72 <sup>a</sup> ± 1,12	17,94 <sup>a</sup> ± 2,62	10,65 <sup>b</sup> ± 2,51	0,51
	21	20,98 <sup>a</sup> ± 1,71	22,94 <sup>a</sup> ± 2,14	21,79 <sup>a</sup> ± 1,75	12,34 <sup>b</sup> ± 2,30	0,89
	28	22,42 <sup>a</sup> ± 1,80	24,13 <sup>a</sup> ± 2,24	23,94 <sup>a</sup> ± 1,32	11,97 <sup>b</sup> ± 2,26	0,78
	$\bar{x}$	18,21 <sup>a</sup>	19,77 <sup>a</sup>	19,01 <sup>a</sup>	11,81 <sup>b</sup>	
TIBC ** ( $\mu\text{mol/l}$ )	5	74,96 ± 9,99	75,13 ± 9,13	74,86 ± 9,19	73,10 ± 8,52	1,65
	12	71,87 <sup>ab</sup> ± 7,11	82,67 <sup>a</sup> ± 8,96	70,36 <sup>ab</sup> ± 7,98	77,47 <sup>a</sup> ± 7,65	1,43
	21	69,63 <sup>a</sup> ± 6,60	72,76 <sup>ab</sup> ± 8,11	67,77 <sup>b</sup> ± 8,89	79,40 <sup>b</sup> ± 7,53	1,78
	28	67,27 <sup>a</sup> ± 6,39	69,12 <sup>a</sup> ± 9,54	65,21 <sup>a</sup> ± 7,68	84,97 <sup>b</sup> ± 5,13	2,08
	$\bar{x}$	70,93 <sup>a</sup>	74,92 <sup>a</sup>	69,55 <sup>a</sup>	78,73 <sup>b</sup>	
UIBC *** (mmol/l)	5	62,34 ± 3,19	62,64 ± 3,19	62,49 ± 3,86	60,81 ± 4,49	1,24
	12	55,05 <sup>a</sup> ± 2,17	62,65 <sup>ab</sup> ± 2,25	52,42 <sup>b</sup> ± 4,47	66,82 <sup>b</sup> ± 3,53	1,36
	21	48,65 <sup>a</sup> ± 2,31	49,82 <sup>a</sup> ± 4,17	45,98 <sup>a</sup> ± 3,49	67,06 <sup>b</sup> ± 4,93	1,42
	28	44,85 <sup>a</sup> ± 2,80	44,99 <sup>a</sup> ± 2,12	41,27 <sup>a</sup> ± 5,13	73,01 <sup>b</sup> ± 2,07	1,29
	$\bar{x}$	52,72 <sup>a</sup>	55,10 <sup>a</sup>	50,54 <sup>a</sup>	66,92 <sup>b</sup>	
TS **** (%)	5	16,84 ± 3,20	16,62 ± 1,80	16,81 ± 1,20	16,81 ± 1,10	1,14
	12	23,40 <sup>a</sup> ± 3,80	23,85 <sup>a</sup> ± 1,70	25,50 <sup>a</sup> ± 2,80	13,75 <sup>b</sup> ± 2,30	1,96
	21	30,13 <sup>a</sup> ± 2,70	31,53 <sup>a</sup> ± 2,70	32,15 <sup>a</sup> ± 2,70	15,54 <sup>b</sup> ± 2,80	1,34
	28	33,33 <sup>a</sup> ± 18,20	34,91 <sup>a</sup> ± 3,75	36,71 <sup>a</sup> ± 2,30	14,09 <sup>b</sup> ± 1,20	1,29
	$\bar{x}$	25,92 <sup>a</sup>	26,73 <sup>a</sup>	27,72 <sup>a</sup>	15,05 <sup>b</sup>	

Objaśnienia: jak w tab. 2; \* SI – stężenie zjonizowanego żelaza; \*\* TIBC – całkowita zdolność wiązania żelaza; \*\*\* UIBC – utajona zdolność wiązania żelaza; \*\*\*\* TS – wysycenie transferyny żelazem

biny w 12. dniu życia w grupie I i III, późniejszy wzrost był już nieznaczny.

Zastosowane w badaniach własnych preparaty żelazowe Ferrovet w postaci iniekcji domięśniowej oraz Suiferrin – pasta i Chelat Fe *per os* cechowały się wysoką efektywnością, o czym świadczy poziom wybranych wskaźników hematologicznych w odniesieniu do wartości referencyjnych dla tego okresu życia prosiąt (4, 6, 10, 11, 18, 19).

Dzięki zastosowaniu preparatów żelazowych w postaci iniekcji lub *per os* w dawkach, które są zalecane przez producentów, nie obserwowano tzw. fizjologicznego obniżenia się wartości podstawowych wskaźników hematologicznych w krwi obwodowej prosiąt, wykazano natomiast wzrost wartości wspomnianych parametrów. Wskazuje to, że stosowanie preparatów żelazowych w profilaktyce anemii niedoborowej jest celowe, korzystnie wpływa na ich kondycję zdrowotną i skutecznie zapobiega rozwojowi anemii prosiąt (3, 8, 10, 12, 13, 16).

**Wskaźniki biochemiczne w surowicy krwi obwodowej prosiąt.** Stężenie zjonizowanego żelaza (SI). Z danych przedstawionych w tab. 5 wynika, że podawanie prosiętom po urodzeniu preparatów żelazowych iniekcyjnie lub *per os* w dawkach zalecanych w profilaktyce anemii niedoborowej spowodowało wzrost średnich wartości stężenia żelaza zjonizowanego w surowicy krwi prosiąt w stosunku do wartości wyjściowych. Należy zaznaczyć, iż nie zaobserwowano istotnych różnic w kształtowaniu się średnich wartości stężenia żelaza zjonizowanego pomiędzy grupą II (Ferrovet), w której prosiętom podawano żelazo drogą iniekcji, a grupami I (Chelat Fe) i III (Suiferrin) otrzymującymi żelazo *per os*. W grupach doświadczalnych (grupa I, II i III) wzrost średnich wartości stężenia żelaza zjonizowanego nastąpił już w 12. dniu życia prosiąt i były one statystycznie istotnie

wyższe od wartości w grupie IV (kontrolnej). Wraz z okresem odchowu prosiąt w grupach doświadczalnych następował dalszy wzrost stężenia żelaza zjonizowanego i w 28. dniu życia osiągnął najwyższe średnie wartości 24,13, 23,94 i 22,42  $\mu\text{mol/l}$ , odpowiednio, w grupie II, III i I. Natomiast u prosiąt w grupie IV (kontrolnej) w tym samym okresie średnie wartości stężenia żelaza zjonizowanego utrzymywały się na poziomie zbliżonym do wartości z 5. dnia życia. Obserwowane w całym okresie badań nieznacznie niższe stężenia żelaza zjonizowanego w surowicy krwi prosiąt, które otrzymywały żelazo *per os*, nie dają podstawy do wnioskowania o gorszej biodostępności żelaza w tych preparatach, bez uwzględnienia innych wskaźników gospodarki żelazowej, a także dynamiki wzrostu prosiąt. Niższe wartości stężenia żelaza zjonizowanego u prosiąt z tych grup mogły bowiem wynikać z funkcjonowania mechanizmów absorpcji jelitowej, dostosowujących ilość wchłanianego żelaza do pojemności puli ustrojowych. U prosiąt po aplikacji żelaza *per os*, jak podaje Kołacz i wsp. (8), następuje jego gromadzenie w komórkach błony śluzowej jelita cienkiego i proces ten rozłożony jest w czasie. Przyrost zawartości żelaza w tych komórkach trwa około 3 dni, błona śluzowa ulega złuszczeniu między 7.-10. dniem życia, a w 12. dniu depozyty żelaza są już nieobecne. Żelazo z błony śluzowej jest pinocytowane i transportowane do węzłów chłonnych, wątroby i śledziony, gdzie równolegle wzrasta jego stężenie, począwszy od pierwszej doby po aplikacji. Zgromadzony zapas żelaza ulega wyczerpaniu po 2-3 tygodniach.

**Całkowita zdolność wiązania żelaza (TIBC)** przedstawiona w tab. 5 kształtowała się w krwi prosiąt w 5. dniu życia we wszystkich grupach na zbliżonym poziomie, wynoszącym około 74,5  $\mu\text{mol/l}$ . Po iniekcji dekstranu żelaza w 12. dniu w surowicy krwi prosiąt w grupie II wystąpił wyraźny wzrost TIBC z 75,13 do 82,67  $\mu\text{mol/l}$ . Podobnie w grupie IV (kontrolnej) również nastąpił wzrost, jednak stosunkowo niższy z 73,10 do 77,47  $\mu\text{mol/l}$ . Natomiast u prosiąt, które otrzymywały dodatek żelaza *per os*, nastąpiło istotne obniżenie tego wskaźnika, ale tylko w stosunku do prosiąt, które otrzymywały dodatek żelaza w formie iniekcji grupa II (Ferrovet). Uzyskane różnice były statystycznie istotnie przy ( $p \leq 0,05$ ). Całkowita zdolność wiązania żelaza ulegała zmniejszeniu w czasie kolejnych pobrań krwi w okresie odchowu prosiąt. Najniższą wartość tego wskaźnika stwierdzono w 28. dniu życia (65,21), a najwyższą w 12. dniu 82,67  $\mu\text{mol/l}$ .

W 12. dniu doświadczenia grupa IV (kontrolna) charakteryzowała się wzrostem TIBC o około 4 jednostki procentowe w porównaniu do wartości w 5. dniu życia. Może to pośrednio wskazywać na utajony niedobór żelaza. Natomiast u prosiąt grupy II (Ferrovet) odnotowano też wzrost TIBC po iniekcji żelaza, ale to mogło być już spowodowane nadwyżką żelaza nie związanego z białkami transportującymi, wywołując

reakcje dysmutacji i tworzenie nadtlenu wodoru niszczącego struktury komórkowe, co może stanowić istotę cytotoksyczności żelaza podawanego drogą iniekcji. U prosiąt grupy I i III, które otrzymywały żelazo *per os*, nie spowodowało wzrostu TIBC ponad 80  $\mu\text{mol/l}$ , co uważane jest za górną wartość referencyjną dla całkowitej zdolności wiązania żelaza w surowicy krwi u prosiąt (18, 19). Sugeruje to, że u prosiąt otrzymujących żelazo *per os* następował stan równowagi między ilością żelaza absorbowanego i transportowanego przez transferyny, co ma znaczenie dla homeostazy żelaza w ustroju.

W tab. 5 przedstawiono kształtowanie się **utajonej zdolności wiązania żelaza (UIBC)**. W 5. dniu życia prosiąt wartość tego wskaźnika była zbliżona we wszystkich grupach i wynosiła około 62,1  $\mu\text{mol/l}$ . Prosiąta otrzymujące dodatek żelaza (grupy I-III) charakteryzowały się stopniowym spadkiem utajonej zdolności wiązania żelaza od wartości 62,49  $\mu\text{mol/l}$  do 43,70  $\mu\text{mol/l}$  w 28. dniu życia. W grupie kontrolnej zanotowano natomiast wzrost utajonej zdolności wiązania żelaza z 60,81  $\mu\text{mol/l}$  w 5. dniu do 73,01  $\mu\text{mol/l}$  w 28. dniu okresu życia. Poziom utajonej zdolności wiązania żelaza ulegał stopniowemu zmniejszeniu w czasie kolejnych pobrań krwi w okresie odchowu prosiąt. Najniższy poziom hematokrytu stwierdzono w 28. dniu życia (51,0  $\mu\text{mol/l}$ ), a najwyższy w 5. dniu (62,1  $\mu\text{mol/l}$ ).

W 12. dniu doświadczenia u prosiąt grupy IV (kontrolna) wystąpił wzrost UIBC około 10% w porównaniu do wartości w 5. dniu życia. Może to pośrednio świadczyć o utajonym niedoborze żelaza i wystąpieniu anemii niedobarwliwej mikrocytarnej, czemu towarzyszył wzrost TIBC. U prosiąt otrzymujących dodatek żelaza zarówno domięśniowo, jak i *per os* obserwowano stopniowy spadek UIBC od 12. dnia życia z około 55  $\mu\text{mol/l}$  do około 44  $\mu\text{mol/l}$ .

**Wysycenie transferyny żelazem** w krwi prosiąt (tab. 5) w 5. dniu życia kształtowało się na zbliżonym poziomie 16,80%. Najwyższy wzrost tego wskaźnika wystąpił w krwi prosiąt grupy III i II, gdzie stosowano dodatek Suiferrinu – pasta *per os* lub Ferrovetu w formie iniekcji. Uzyskane różnice dla tego wskaźnika między tymi grupami a kontrolną (IV) okazały się statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ). Miało to miejsce zarówno w poszczególnych fazach odchowu prosiąt, jak i średniej za cały odchow. Dodatek chelatu Fe (grupa I) również istotnie wpłynął na wzrost tego wskaźnika w stosunku do grupy IV (kontrolnej), przy nieco niższych wartościach niż w grupach III i II. Obserwowany spadek wysycenia transferyny żelazem poniżej 15% w krwi prosiąt grupy kontrolnej wskazuje na stan niedoborowy. Wysycenie transferyny żelazem w krwi prosiąt w powiązaniu ze stężeniem żelaza (SI) i hemoglobiny (Hb) stanowią podstawę różnicowania anemii (niedobór żelaza w puli czynnościowej) i sideropenii (niedobór żelaza w puli zapasowej). Po dostarczeniu żelaza zarówno w formie iniekcji, jak i *per os*

powodowało wzrost wysycenia transferyny żelazem, co wskazuje na podobną w tych grupach prosiąt dostępność żelaza dla transferyny.

Uzyskane wyniki są zbliżone do danych innych autorów (3, 5, 9, 11, 13, 14), którzy badali wpływ stosowania różnych preparatów i form podawania żelaza w celu zapobieżenia występowania niedokrwistości. W przeprowadzonych badaniach wykazano celowość aplikacji preparatów żelazowych zarówno w postaci iniekcji, jak i *per os* w celu uzupełniania fizjologicznych niedoborów żelaza u prosiąt we wczesnym okresie życia. Wyniki badań laboratoryjnych, zdrowotność i produktywność zwierząt w grupach doświadczalnych, w których stosowano preparaty żelazowe były istotnie korzystniejsze w odniesieniu do wyników odnotowanych w grupie prosiąt kontrolnych.

### Wnioski

Uzyskane wyniki badań pozwalają na sformułowanie następujących uogólnień:

1. Forma i sposób podawania żelaza wywierają znaczący wpływ na efekty produkcyjne, przy czym najniższe przyrosty masy ciała i wykorzystanie paszy ma miejsce u prosiąt otrzymujących *per os* sole żelaza.

2. Sposób podawania preparatu żelazowego *per os* i iniekcyjnie istotnie wpływa na wskaźniki hematologiczne i biochemiczne we krwi prosiąt, przy czym podawanie żelaza *per os* w formie chelatu Fe przyczynia się do uzyskania podobnych efektów jak Ferrovit – iniekcja lub Suiferrin – pasta.

3. Podawanie preparatów żelazowych domięśniowo i *per os* zabezpiecza prosięta do 28 dni życia przed padnięciami i wystąpieniem anemii fizjologicznej, gwarantując oczekiwane efekty produkcyjne oraz zdrowotność zwierząt.

4. Preparaty żelazowe Ferrovit, Suiferrin – pasta i Chelat Fe, zastosowane zgodnie z zaleceniami producentów, wykazują zbliżoną skuteczność w zapobieganiu anemii prosiąt. Preparat Suiferrin – pasta jest wygodny w stosowaniu i nie wywołuje reakcji ubocznych; wykazuje zadowalającą i podobną do Ferrovitu skuteczność w zapobieganiu niedokrwistości powodowanej niedoborem żelaza u prosiąt.

### Piśmiennictwo

1. Anon.: Normy żywienia świń. IFIZ Jabłonna. Wyd. Omnitech Press, Warszawa 1993.
2. AOAC.: Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup> Ed., AOAC Inter., Gaithersburg, MD, USA 2000.
3. Czech A., Orlicki Ł., Krasucki W., Truchliński J., Matras J., Grela E. R.: Efektywność stosowania doustnego i iniekcyjnego preparatu żelazowego w odchowie prosiąt. Ann. UMCS 2003, 21, 207-213.
4. Egeli A. K., Framstad T.: Evaluation of the efficacy of per-orally administered glutamic acid – chelated iron and iron – dextran injected subcutaneously in Duroc and Norwegian Landrace piglets J. Vet. Med. 1998, 45, 53-61.
5. Egeli A. K., Framstad T., Gronningen D.: The effect of per-oral administration of amino-acid chelated iron to pregnant sows in preventing sow and piglet anemia. Acta Vet. Scand. 1998, 39, 77-87.
6. Grela E. E., Czech A., Kańczugowska B., Zerrahn Jens-E.: Efficacy of iron additive in sulphate or chelat form in piglet diet. Ann. Anim. Sci. 2005, 5, 357-364.
7. Kegley E. B., Spears J. W., Flowers W. L., Schoenherr W. D.: Iron methionine as a source of iron for the neonatal pig. Nutr. Res. 2002, 22, 1209-1217.
8. Kolacz R., Bodak E., Dolińska B., Dobrzyński Z., Ryszka F.: Wskaźniki gospodarki żelazowej w surowicy krwi prosiąt ssących po doustnej aplikacji fumaranu żelaza. Medycyna Wet. 2001, 57, 680-686.
9. Kostro K., Krasucki W., Bednarek D., Wojcicka-Lorenowicz K., Orlicki Ł., Piech T., Madany J.: Wpływ stosowania wybranych preparatów żelazowych na wskaźniki odporności swoistej oraz poziom białek ostrej fazy u prosiąt osesków. Medycyna Wet. 2004, 60, 1236-1243.
10. Madej E., Grzęda M., Riha T., Milczak A.: Skuteczność preparatów żelazowych produkcji Biowet Puławy w oddziaływaniu na wzrost i zapobieganie niedokrwistości prosiąt. Medycyna Wet. 2005, 61, 1094-1097.
11. Madej E., Ziegler J., Blamowska M.: Ocena skuteczności preparatu Suiferrin – pasta w zapobieganiu niedokrwistości prosiąt. Medycyna Wet. 2000, 56, 653-656.
12. Markowska-Daniel I., Pejsak Z.: Wpływ skojarzonego stosowania żelaza i izoprynozyny na wskaźniki hematologiczne prosiąt. Medycyna Wet. 2002, 58, 127-133.
13. Markowska-Daniel I., Stankiewicz I., Wałachowski M., Pejsak Z.: Wpływ skojarzonego stosowania żelaza i izoprynozyny na zdrowotność prosiąt. Medycyna Wet. 2002, 58, 45-48.
14. Mikolajczak J., Jarzynowska A., Grabowicz M., El-Essa A.: Differences in morphological status of blood in growing piglets given Suiferrin and Lactiferm A D<sub>3</sub> E Fe iron preparations. Ann. Anim. Sci. 2004, 2, 161-164.
15. Miller E. R., Ullrey D. E.: Baby Pig Anemia. Ed. Pork Industry Handbook, Cooperative Extension Service, Universidad de Purdue, Indiana 1999.
16. Rekiel A.: Ocena przydatności preparatu żelazowego Pig-savour w odchowie prosiąt. Medycyna Wet. 2001, 57, 909-912.
17. Rokicki E., Kolbuszewski T.: Higiena zwierząt. Rozwój SGGW, Warszawa 1996.
18. Svoboda M., Drabek J.: Effect of oral administration of Fe<sup>2+</sup>-fumarate on erythrocyte profile and growth rate of suckling piglets. Acta Vet. Brno 2002, 71, 217-222.
19. Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2004.

Adres autora: prof. dr hab. Waclaw Krasucki, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: waclaw.krasucki@up.lublin.pl