

---

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN – POLONIA

VOL. XX, 50

SECTIO EE

2002

---

Katedra Biochemii i Toksykologii Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt  
Akademii Rolniczej w Lublinie  
Katedra i Zakład Biochemii i Biologii Molekularnej Akademii Medycznej w Lublinie

ANNA CZECH, JERZY TRUCHLIŃSKI,  
STANISŁAWA SZYMONIK - LESIUK

*Wpływ dodatku fitazy mikrobiologicznej i kwasu mrówkowego  
do mieszanek dla loch w okresie ciąży i laktacji  
na wybrane wskaźniki krwi*

---

The Influence of Microbial Phytase and Formic Acid to the Diets of Sows  
During Pregnancy and Lactation on Some Blood Indices

Przy dobrym zbilansowaniu dawki żywieniowej dla loch z elementów mineralnych na szczególną uwagę zasługuje fosfor. W paszach występuje on w dwóch formach: fitynowej – nieprzyswajalnej i niefitynowej – przyswajalnej. Około 60–90% fosforu zawartego w zbożach znajduje się w formie trudno przyswajalnych kompleksów chelatowych soli kwasu fitynowego (fitynianach).

Słaba przyswajalność fosforu fitynowego przez zwierzęta monogastryczne związana jest z brakiem enzymu fitazy, odpowiedzialnego za odszczepianie grup ortofosforanowych z kompleksu organicznego (1). Wiąże się to z koniecznością dodatku do mieszanek fosforu w postaci mączki kostnej czy fosforanów paszowych lub suplementacji paszy egzogenną fitazą. Zastosowanie fitazy mikrobiologicznej (egzogennej) prowadzi do hydrolizy fitynianów, zaniku ich właściwości antyodżywczych, a także ogranicza wydalanie nieprzyswójonego fosforu, zmniejszając w ten sposób zanieczyszczenie środowiska. Wyniki dotychczasowych badań wskazują na celowość stosowania fitazy mikrobiologicznej w żywieniu trzody chlewnej (4, 9, 10). Uzyskuje się wówczas lepsze wyniki produkcyjne oraz poprawę wykorzystania fosforu z pasz roślinnych. Efektywność działania fitazy w przewodzie pokarmowym może być stymulowana poprzez dodatek do pasz kwasów organicznych: mrówkowego, cytrynowego, mlekowego, fumarowego (3). Niewiele jest badań prowadzonych na lochach w okresie ciąży i laktacji, a zwłaszcza dotyczących wpływu dodatku



fitazy mikrobiologicznej na zawartość składników mineralnych i wskaźników biochemicznych krwi.

Celem badań było określenie wpływu dodatku fitazy mikrobiologicznej i kwasu mrówkowego do mieszanek na aktywność wybranych enzymów oraz zawartość składników mineralnych we krwi loch w okresie ciąży i laktacji.

## MATERIAŁ I METODY

Badania zrealizowano na 100 lochach rasy wbp x pbz, podzielonych na 5 grup na zasadzie analogów z uwzględnieniem masy ciała i kolejnego cyklu w reprodukcji. W stawce znajdowały się lochy po pierwszej, drugiej i trzeciej laktacji. Zwierzęta grupy I żywiono mieszankami standardowymi typu PR-C w okresie ciąży i PR-L w okresie laktacji. Zawartość składników pokarmowych była zgodna z zaleceniami *Norm żywienia świń* (1993), zaś poziom fosforu w paszy uzupełniony został dodatkiem fosforanu paszowego. Zwierzęta z grupy II (grupa kontrolna) żywiono mieszankami jak w grupie I, ale bez dodatku fosforanu. Lochy grupy III otrzymywały mieszankę jak w grupie II, ale suplementowaną 500 PU  $\text{kg}^{-1}$  fitazy mikrobiologicznej. Zwierzęta z grupy IV otrzymywały mieszankę jak w grupie II, ale z dodatkiem 10 g  $\text{kg}^{-1}$  kwasu mrówkowego. Lochy grupy V żywiono mieszanką jak w grupie II, ale z dodatkiem 500 PU  $\text{kg}^{-1}$  fitazy mikrobiologicznej oraz 10 g  $\text{kg}^{-1}$  kwasu mrówkowego.

Lochy w okresie ciąży przebywały w kojcach po pięć sztuk, zaś podczas porodu i w okresie laktacji trzymane były indywidualnie. Przez cały czas odchowu lochy znajdowały się pod stałą opieką lekarza weterynarii, który kontrolował ich stan zdrowia. Lochy przez okres doświadczenia otrzymywały stosownie do grupy doświadczalnej mieszankę sypką, którą uwilgocono wodą w proporcji 1 : 2,5. Wielkość porcji w czasie ciąży naważano dla pięciu loch w klatce, natomiast w czasie laktacji mieszankę zadawano indywidualnie. Lochy w okresie ciąży i laktacji miały swobodny dostęp do wody. Ewentualne niewyjadły kontrolowano ilościowo. Mieszanki zawierały zboża: jęczmień, owies i pszenicę, zaś z pasz białkowych poekstrakcyjną śrutę sojową i z rzepaku „00”. W paszach oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych: suchą masę, popiół surowy, białko ogólne. W paszach oznaczono również zawartość fosforu ogólnego według PN-76/R-64781 oraz fosforu fitynowego według Oberleasa (8), a także Ca, Cu, Na, K i Zn. Aktywność fitazy oznaczono według metody Engelen i wsp. (2).

W 8 i 14 tygodniu ciąży, w 21 dniu laktacji oraz 2–3 dni po odsadzeniu prosiąt pobrano od loch krew do analiz. Krew pobierano 3–4 godz. po zadaniu paszy, od 8 sztuk z każdej grupy do heparynizowanych probówek o objętości 10 ml z żyły brzożnej ucha pod kontrolą lekarza weterynarii.

W surowicy krwi oznaczono zawartość elementów mineralnych, takich jak: P, Ca, Na i K (metodą ASA) oraz aktywność enzymów: aminotransferazy alaninowej (ALT), aminotransferazy asparaginianowej (AST), dehydrogenazy mleczanowej (LDH) i fosfatazy zasadowej (AP) – metodami kolorymetrycznymi przy użyciu monotestów firmy Cormey.

Oznaczono również aktywność ATP-azy  $\text{Na}^+\text{K}^+$ . Oznaczenie przeprowadzono w błonach erytrocytów krwi loch. Aktywność ATP-azy  $\text{Na}^+\text{K}^+$  oznaczono na podstawie ilości  $\mu\text{mol P}_i$  uwolnionego z ATP w jednostce czasu. Ilość uwolnionego fosforu w próbce oznaczono wg metody opisaną przez Lin i Way (7). Aktywność właściwą ATP-azy  $\text{Na}^+\text{K}^+$  wyrażono w  $\mu\text{mol P}_i$  na mg białka na godzinę.



Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem programu STATISTICA wersja 5, testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA, przyjmując poziom istotności 0,05 i 0,01.

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

W mieszankach stosowanych dla loch w okresie ciąży i laktacji zawartość białka ogólnego, energii metabolicznej, Cu, Zn, Na i K była zbliżona i odpowiadała wartościom zalecanym w *Normach żywienia świń* (1993) – tab. 1.

Aktywność fitazy natywnej w mieszankach w grupach bez dodatku fitazy mikrobiologicznej (I, II, IV) wahała się od 410 do 460 PU kg<sup>-1</sup>. W pozostałych dwóch grupach III i V na ogólną aktywność fitazy składała się suma aktywności fitazy roślinnej i mikrobiologicznej i oscylowała w granicach 930–950 PU kg<sup>-1</sup> (tab. 1).

Tab. 1. Zawartość składników odżywczych i mineralnych w mieszankach dla loch  
Content of nutrients and minerals in sow diets

| Składniki                             | Mieszanka |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | PR-C      |       |       |       |       | PR-L  |       |       |       |       |
|                                       | I         | II    | III   | IV    | V     | I     | II    | III   | IV    | V     |
| Sucha masa (g kg <sup>-1</sup> )      | 883,9     | 881,2 | 884,7 | 885,1 | 884,9 | 881,6 | 881,0 | 881,2 | 881,4 | 881,9 |
| Masa organiczna (g kg <sup>-1</sup> ) | 838,7     | 838,4 | 838,3 | 838,9 | 839,2 | 811,5 | 811,7 | 812,5 | 813,1 | 815,2 |
| EM, MJ kg <sup>-1</sup>               | 11,85     | 11,85 | 11,85 | 11,85 | 11,85 | 12,23 | 12,23 | 12,23 | 12,23 | 12,23 |
| W 1 kg s. m.:                         |           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Białko (N x 6,25), g                  | 145,2     | 143,8 | 144,2 | 144,1 | 145,2 | 191,8 | 192,3 | 190,6 | 192,8 | 192,4 |
| P ogólny, g                           | 6,02      | 4,15  | 4,16  | 4,17  | 4,16  | 6,41  | 4,58  | 4,52  | 4,50  | 4,54  |
| P fitynowy, g                         | 2,43      | 2,48  | 2,43  | 2,44  | 2,42  | 2,76  | 2,82  | 2,85  | 2,80  | 2,81  |
| Ca, g                                 | 7,52      | 7,31  | 7,32  | 7,30  | 7,33  | 8,39  | 8,19  | 8,21  | 8,29  | 8,24  |
| Na, g                                 | 1,65      | 1,67  | 1,66  | 1,65  | 1,67  | 2,22  | 2,23  | 2,22  | 2,21  | 2,20  |
| K, g                                  | 2,23      | 2,20  | 2,21  | 2,23  | 2,22  | 2,22  | 2,20  | 2,21  | 2,20  | 2,23  |
| Cu, mg                                | 15,6      | 15,8  | 15,7  | 15,6  | 15,9  | 22,4  | 22,3  | 22,4  | 22,6  | 22,1  |
| Zn, mg                                | 80,3      | 80,5  | 80,7  | 81,1  | 80,6  | 98,6  | 97,9  | 98,1  | 98,4  | 98,2  |
| pH paszy                              | 6,2       | 6,2   | 6,2   | 5,5   | 5,5   | 6,2   | 6,1   | 6,2   | 5,7   | 5,7   |
| Aktywność fitazy, PU kg <sup>-1</sup> | 410       | 420   | 940   | 420   | 950   | 440   | 460   | 930   | 450   | 950   |

PR-C – mieszanka pełnoporcjowa reprodukcyjna dla loch w okresie ciąży; PR-L – mieszanka pełnoporcjowa reprodukcyjna dla loch w okresie laktacji.



Aktywność oznaczanych enzymów i zawartość elementów mineralnych w surowicy krwi loch mieściły się w granicach wartości referencyjnych (12).

Zawartość Ca i P (tab. 2) oraz aktywność AP (tab. 3) w surowicy krwi loch była wyraźnie związana z dodatkiem fitazy mikrobiologicznej. W grupie III (dodatek fitazy mikrobiologicznej) i V (fitaza i kwas mrówkowy) stwierdzono wzrost aktywności tego enzymu oraz zawartości Ca i P w porównaniu z grupą z dodatkiem fosforu nieorganicznego (I) i grupą kontrolną bez dodatku fosforu nieorganicznego (II) –  $P \leq 0,05$ . Uzyskane rezultaty są spójne z wynikami Wenka i Geberta (10). Potwierdzają to również wcześniejsze badania własne (1), ale z wykorzystaniem kwasu cytrynowego. Na uwalnianie niektórych składników mineralnych z kompleksów fitynowych wskazuje także praca Qiana i wsp. (9). Badania Hana i wsp. (4) oraz Wenka i wsp. (11) na odsadzonych prosiętach i tucznikach dowodzą, że aktywność AP, zawartość P i Ca w surowicy krwi w grupach z dodatkiem fitazy mikrobiologicznej (1200–1000 PU kg<sup>-1</sup>) i z dodatkiem fosforu nieorganicznego były na zbliżonym poziomie.

Tab. 2. Średnia zawartość elementów mineralnych (mmol l<sup>-1</sup>) w surowicy krwi loch  
Average mineral content (mmol l<sup>-1</sup>) in the serum of the sows

| Wyszczególnienie | Grupy żywieniowe  |                   |                   |                   |                   |          | Ogółem<br>SEM |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|---------------|
|                  | I                 | II                | III               | IV                | V                 | <i>x</i> |               |
| P                | 2,47 <sup>b</sup> | 2,41 <sup>b</sup> | 2,85 <sup>a</sup> | 2,36 <sup>b</sup> | 3,00 <sup>a</sup> | 2,60     | 0,051         |
| Ca               | 2,60 <sup>b</sup> | 2,55 <sup>b</sup> | 2,88 <sup>a</sup> | 2,75 <sup>a</sup> | 2,97 <sup>a</sup> | 2,75     | 0,071         |
| Na               | 138,3             | 131,2             | 137,2             | 137,1             | 136,0             | 135,1    | 3,01          |
| K                | 4,52              | 4,47              | 4,34              | 4,37              | 4,69              | 4,48     | 0,21          |

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie,  $P \leq 0,05$ .

Poziom fosforu w surowicy krwi loch w grupie V był istotnie wyższy w porównaniu do grupami I, II i IV, a porównywalny z grupą III. Uwarunkowane jest to najprawdopodobniej lepszą przyswajalnością tego pierwiastka z kompleksów chelatowych kwasu fitynowego, rozkładanych przy udziale fitazy. Działanie jej jest dodatkowo wspomagane kwasem mrówkowym. Podobne wyniki uzyskali w badaniach Jongbloed i wsp. (5), którzy stwierdzili synergistyczny efekt działania kwasu mlekowego lub mrówkowego i fitazy mikrobiologicznej na lepsze wykorzystanie fosforu.

Zawartość sodu i potasu w surowicy krwi loch w poszczególnych grupach żywieniowych kształtowała się na zbliżonym poziomie (tab. 2).

U loch grupy V (fitaza + kwas mrówkowy) zanotowano wzrost aktywności enzymów przemian białkowych: aminotransferazy alaninowej i asparaginiano-



wej w porównaniu z pozostałymi grupami żywieniowymi (tab. 3). Aktywność dehydrogenazy mleczanowej była wyraźnie zwiększona w grupach IV, a więc u loch otrzymujących w mieszankach dodatek kwasu mrówkowego. W dostępnej literaturze nie napotkano badań na ten temat. Aktywność pozostałych enzymów AP, ALT, AST i ATP-azy  $\text{Na}^+\text{K}^+$  nie była zależna od dodatku kwasu mrówkowego.

Tab. 3. Średnia wartość aktywności wybranych enzymów we krwi loch  
Average enzyme activity in the serum of the sows

| Wyszczególnienie                                                                | Grupy żywieniowe    |                     |                     |                     |                    | Ogółem |       |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------|-------|
|                                                                                 | I                   | II                  | III                 | IV                  | V                  | x      | SEM   |
| AP<br>( $\text{U l}^{-1}$ )                                                     | 153,1 <sup>bc</sup> | 135,0 <sup>c</sup>  | 320,1 <sup>a</sup>  | 163,7 <sup>b</sup>  | 190,8 <sup>a</sup> | 168,5  | 6,29  |
| ALT<br>( $\text{U l}^{-1}$ )                                                    | 26,33 <sup>ab</sup> | 25,31 <sup>ab</sup> | 26,31 <sup>ab</sup> | 24,51 <sup>b</sup>  | 30,00 <sup>a</sup> | 26,49  | 1,92  |
| AST<br>( $\text{U l}^{-1}$ )                                                    | 37,25 <sup>ab</sup> | 33,32 <sup>b</sup>  | 37,04 <sup>ab</sup> | 36,67 <sup>ab</sup> | 39,94 <sup>a</sup> | 36,84  | 2,18  |
| LDH<br>( $\text{U l}^{-1}$ )                                                    | 1679 <sup>b</sup>   | 1689 <sup>b</sup>   | 1691 <sup>b</sup>   | 2020 <sup>a</sup>   | 1795 <sup>ab</sup> | 1474   | 90,27 |
| ATP-aza $\text{Na}^+\text{K}^+$<br>( $\mu\text{molP}_i \text{mg białka}^{-1}$ ) | 1,60 <sup>b</sup>   | 2,06 <sup>ab</sup>  | 2,27 <sup>a</sup>   | 2,39 <sup>a</sup>   | 1,84 <sup>ab</sup> | 2,10   | 0,11  |

a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie,  $P \leq 0,05$ ; AP – fosfataza zasadowa; ALT – aminotransferaza alaninowa; AST – aminotransferaza asparaginianowa; LDH – dehydrogenaza mleczanowa.

Tab. 4. Wpływ okresu w cyklu reprodukcyjnym na zawartość wybranych elementów mineralnych w surowicy krwi loch

Effect of period on reproductive cycle upon mineral content ( $\text{mmol l}^{-1}$ ) in the serum of the sows

| Wyszczególnienie | Okres w cyklu reprodukcyjnym |                    |                      |                          | Ogółem |       |
|------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|--------|-------|
|                  | 8 tydz.<br>ciąży             | 14 tydz.<br>ciąży  | 14 tydz.<br>laktacji | 2–3 dni<br>po odsadzeniu | x      | SEM   |
| P                | 2,53                         | 2,64               | 2,73                 | 2,56                     | 2,61   | 0,035 |
| Ca               | 2,64                         | 2,69               | 2,66                 | 3,02                     | 2,75   | 0,068 |
| Na               | 143,4 <sup>a</sup>           | 143,2 <sup>a</sup> | 127,1 <sup>b</sup>   | 130,0 <sup>b</sup>       | 135,9  | 2,1   |
| K                | 4,54 <sup>b</sup>            | 3,92 <sup>b</sup>  | 3,75 <sup>b</sup>    | 5,71 <sup>a</sup>        | 4,48   | 0,07  |

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie,  $P \leq 0,05$ .

Poziom Na podczas ciąży był o około 10% wyższy niż w czasie laktacji i po odsadzeniu ( $P \leq 0,05$ ), – tab. 4. Natomiast zawartość K w poszczególnych okresach cyklu reprodukcyjnego była istotnie wyższa w 2–3 dni po odsadzeniu



(tab. 4). Aktywność fosfatazy zasadowej oraz LDH (dehydrogenazy mleczanowej) w okresie ciąży była wyraźnie podwyższona. Aktywność ALT jak i AST uległa obniżeniu w końcowym okresie ciąży, a następnie po odsadzeniu aktywność tych enzymów wzrosła, różnice te były statystycznie istotne ( $P \leq 0,05$ ) – tab. 5.

Tab. 5. Wpływ okresu w cyklu reprodukcyjnym na aktywność wybranych enzymów we krwi loch  
Effect of period reproductive cycle upon enzymes activity in the blood of the sows

| Wyszczególnienie                                                                   | Okres w cyklu reprodukcyjnym |                    |                      |                          | Ogółem    |       |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-----------|-------|
|                                                                                    | 8 tydz.<br>ciąży             | 14 tydz.<br>ciąży  | 14 tydz.<br>laktacji | 2–3 dni<br>po odsadzeniu | $\bar{x}$ | SEM   |
| AP<br>( $U l^{-1}$ )                                                               | 184,7 <sup>a</sup>           | 188,5 <sup>a</sup> | 151,0 <sup>b</sup>   | 149,9 <sup>b</sup>       | 168,5     | 6,71  |
| ALT<br>( $U l^{-1}$ )                                                              | 27,76 <sup>b</sup>           | 22,82 <sup>c</sup> | 19,20 <sup>c</sup>   | 36,18 <sup>a</sup>       | 26,49     | 0,97  |
| AST<br>( $U l^{-1}$ )                                                              | 42,69 <sup>a</sup>           | 27,81 <sup>c</sup> | 37,32 <sup>b</sup>   | 39,56 <sup>ab</sup>      | 36,80     | 1,55  |
| LDH<br>( $U l^{-1}$ )                                                              | 1951 <sup>A</sup>            | 1598 <sup>AB</sup> | 1193 <sup>B</sup>    | 1157 <sup>B</sup>        | 1474,8    | 40,01 |
| ATP-azaNa <sup>+</sup> K <sup>+</sup><br>( $\mu mol P_i mg$ białka <sup>-1</sup> ) | 1,38 <sup>c</sup>            | 0,70 <sup>c</sup>  | 3,78 <sup>a</sup>    | 2,28 <sup>b</sup>        | 2,10      | 0,14  |

a, b, c –  $P \leq 0,05$ ; A, B –  $P \leq 0,01$  wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie; AP – fosfataza zasadowa; ALT – aminotransferaza alaninowa; AST – aminotransferaza asparaginianowa; LDH – dehydrogenaza mleczanowa.

Wzrost aktywności ATP-azyNa<sup>+</sup>K<sup>+</sup> zanotowano w grupach III i IV w porównaniu z grupą I (tab. 3). Okres ciąży charakteryzował się znacznie niższą aktywnością ATP-azyNa<sup>+</sup>K<sup>+</sup> niż podczas laktacji i po jej zakończeniu (tab. 5). Wyższą aktywność ATP-azyNa<sup>+</sup>K<sup>+</sup> w krwinkach czerwonych, która świadczy o zwiększonej puli energii swobodnej, zanotowano również w grupie z dodatkiem fitazy mikrobiologicznej. ATP-azy transportujące protony mogą zmienić *pH* cytoplazmy lub wnętrza organelli komórkowych, a tym samym wpływać na przebieg niektórych reakcji (6), np. rozkład kompleksów chelatowych kwasu fitynowego.

#### WNIOSKI

1. Dodatek fitazy mikrobiologicznej (500 PU kg<sup>-1</sup>) do mieszanek dla loch w okresie ciąży i laktacji przyczynił się do wzrostu zawartości P i Ca oraz aktywności AP i ATP-azy Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup> we krwi w porównaniu z grupą bez dodatku fosforanu paszowego.



2. Łączna suplementacja paszy fitazą mikrobiologiczną i kwasem mrówkowym przyczyniła się do wzrostu aktywności enzymów przemian białkowych (ALT i AST), a także wzrostu aktywności AP i zawartości P i Ca.

3. Dodatek kwasu mrówkowego w ilości 10 g kg<sup>-1</sup> mieszanki nieznacznie wpłynął na oznaczane wskaźniki krwi.

5. Zmiany wartości parametrów biochemicznych i elementów mineralnych krwi w czasie cyklu reprodukcyjnego były związane ze stanem fizjologicznym loch.

## PIŚMIENNICTWO

1. Czech A, Truchliński J, Sembratowicz I, Pecka S, Krusiński R.: The Effect of Microbial Phytase and Citric Acid Addition into the Sow's Feed on Content of Some Blood Components. Proceedings of The International Symposium „Phytase In Animal Nutrition”, 8–9 June, Lublin, 61–68, 2000.
2. Engelen A. J., van der Heeft F. C., Randsdorp P. H. G., Smit E. L. C.: Simple And Rapid Determination of Phytase Activity. J. ADAC, 3, 77, 760–764, 1994.
3. Grela E. R., Czech A.: Efektywność dodatku fitazy w żywieniu świń. Trzoda Chlewna, 7, 58–61, 1999.
4. Han Y. M., Yang F., Zhou A. G., Miller E. R., Ku P. K., Hogberg M. G., Lei X. G.: Supplemental Phytase of Microbial and Cereal Sources Improve Dietary Phytate Phosphorus Utilization By Pigs From Weaning Through Finishing. J. Anim. Sci., 75, 1017–1025, 1997.
5. Jongbloed A. W., Mroz Z., van der Weij-Jongbloed., Kemme P. A.: The Effects of Microbial Phytase, Organic Acids and Their Interaction in Diets for Growing Pigs. Livestock Production Science, 67, 113–122, 2000.
6. Leśniak W., Poremska Z.: ATP-azy budowa i funkcje. Polskie Towarzystwo Biochemiczne, Warszawa 1992.
7. Lin S. C., Way E. L.: Inhibition of Sodium-Potassium ATP-Ase: Potential Ubiquitous Mechanism Contributing to Central Nervous System Neuropathology. Brain Res. Rev., 16, 283–300, 1984.
8. Oberleas D.: The Determination of Phytate and Inositol Phosphates. In: Methods of Biochemical Analysis. D. Glick, Ed., Wiley and Sons, New York 1971.
9. Qian H., Kornegay E. T., Conner D. E. Jr.: Adverse Effects of Wide Calcium : Phosphorus Ratios on Supplemental Phytase Efficacy for Weanling Pigs Fed Two Dietary Phosphorus Levels. J. Anim. Sci., 74, 1288–1297, 1996.
10. Wenk C., Gebert S.: The role of Phytases in Switzerland. Proceedings of the International Symposium „Phytase in animal nutrition”, 8–9 June, Lublin, 28–34, 2000.
11. Wenk C., Weiss E., Bee G.: Messikommer R Phytases in Rations for Growing Influence on the Nutrient Utilization. Proceedings of the 1st Symposium „Enzymes in animal nutrition” Kartause Ittingen, Switzerland, 13–16 October, 226–230, 1993.
12. Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1997.



## SUMMARY

The purpose of the study was to evaluate the effect of microbial phytase and formic acid addition into the mixtures on some parameters biochemistry and minerals content in sow's blood during pregnancy and lactation.

Studies were conducted on 100 sows, randomized to 5 experimental groups. The animals of group I were fed with the standard mixture, group II – control, with a mixture without inorganic phosphorus supplementation, group III – the mixture like group II, but with microbial phytase addition ( $500 \text{ PU kg}^{-1}$ ), group IV – like group II but with formic acid addition ( $10 \text{ g kg}^{-1}$ ) and group V sows were fed mixture with the addition of both phytase and formic acid.

Blood samples were taken on 8<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days of pregnancy, 21<sup>st</sup> day of lactation and 2–3 days after weaning. In the blood the activity of AP, ALT, AST, LDH,  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATP-ase}$  and concentration of P, Ca, Na, K were estimated. Supplementation of the mixtures for sows during pregnancy and lactation with microbial phytase increased the content of Ca and P and the activity of AP in the serum in comparison with the group control (II). An increase of  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATP-ase}$  activity was also noted. The combined microbial phytase and formic acid additive (group V) elevated the activity of protein metabolism enzymes (ALT and AST), the activity of AP and increased P and Ca contents. The addition of formic acid ( $10 \text{ g kg}^{-1}$ ) did not have a significant influence on the examined blood indices. Changes of biochemical and mineral parameters of blood during the experiment were associated with the physiological state of sows.