



Świnie rasy złotnickiej: pstrej i białej – *Złotnicka Spotted and Złotnicka White pigs*

(fot. M. Szyndler-Nędza)

Pierwiastki ziem rzadkich w żywieniu zwierząt gospodarskich

Ewa Hanczakowska, Piotr Hanczakowski

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy
Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,
32-083 Balice k. Krakowa*

Tak zwane pierwiastki lub metale ziem rzadkich, określane zazwyczaj skrótowo jako REE od angielskiego terminu Rare Earth Elements, to skand, itr oraz grupa 15 pierwiastków o liczbach atomowych od 57 do 71, ujętych w układzie okresowym po lantanie, stąd zwanych również lantanowcami. Ich nazwa pochodzi od minerałów, z których je pierwotnie wyizolowano. Były to tlenki, zwane ówczesnie (tj. w wieku XVIII) „ziemiami”, zawarte w rudzie wydobytej z kopalni koło miejscowości Ytterby w Szwecji. Stąd nazwa jednego z nich – itr. Z biegiem czasu okazało się, że nie są one tak rzadkie. Najpowszechniejszy z nich, cer plasuje się na 25. pozycji pod względem występowania w skorupie ziemskiej, jest więc częstszy niż ołów lub cyna, a najrzadszy z nich, lutet jest 200 razy częstszy niż złoto (Sierakowska, 2008). Pierwiastka numer 61, nazwanego prometem nie znaleziono w normalnych warunkach (jest zbyt nietrwały), został jedynie otrzymany sztucznie przy rozpadzie uranu w reaktorze jądrowym.

Pierwiastki te znajdują obecnie zastosowanie m. in. w przemyśle optycznym, elektronicznym i motoryzacyjnym. Ich najbogatsze rozpoznane złoża, które szacuje się na około 60% całkowitych zasobów światowych, znajdują się w Chinach. Z tego też kraju pochodzi prawie 90% ich produkcji (Redling, 2006). Nic dziwnego, że właśnie w Chinach z początkiem lat siedemdziesiątych XX wieku rozpoczęto systematyczne badania nad zastosowaniem pierwiastków ziem rzadkich jako stymulatorów wzrostu w produkcji roślinnej, a otrzymane pozytywne wyniki pozwoliły na ich zastosowanie w praktyce rolniczej.

Niestety, wyniki tych badań były trudno dostępne do lat dziewięćdziesiątych XX wieku, a i obecnie są kłopoty z ich interpretacją. Prace publikowane są w większości po chińsku i nie zawsze spełniają standardy zachodnie, jeśli chodzi o informacje metodyczne i opracowanie statystyczne. Według dostępnych informacji, dzięki zastosowaniu dodatku tych pierwiastków do nawozów udało się otrzymać wzrost wydajności rzędu kilku do kilkunastu procent w uprawie trzciny i buraków cukrowych, a także soi, tytoniu, bawełny i arachidu (Xiong, 1995).

Pozytywne wyniki uzyskane w doświadczeniach agrotechnicznych stanowiły zachętę do podjęcia badań nad zastosowaniem pierwiastków ziem rzadkich jako dodatków do pasz dla zwierząt gospodarskich.

W tym przypadku również rozpoczęto badania w Chinach, uzyskując poprawę wskaźników produkcyjnych u prawie wszystkich gatunków zwierząt: bydła, świń, owiec i kurcząt (Shen i in., 1991). Wyniki te były przez długi czas nieznane w Europie, zarówno ze względu na słaby przepływ informacji, jak i na fakt, że w powszechnym użyciu były wówczas antybiotyki paszowe, więc nie było wielkiego zapotrzebowania na nowe dodatki. Dopiero zakaz stosowania antybiotyków w paszach dla zwierząt, wprowadzony najpierw w Szwecji w roku 1986, następnie w Szwajcarii w roku 1999 i w Danii w 2002, a wreszcie w całej Unii Europejskiej w roku 2006, spowodował konieczność znalezienia nowych, naturalnych dodatków do pasz, zwłaszcza dla młodych zwierząt.

Możliwość zastosowania REE jako do-

datków można tłumaczyć ich działaniem antybakteryjnym, będącym najprawdopodobniej wynikiem zmian zachodzących pod ich wpływem w błonie komórkowej bakterii, powodujących ich flokulację (Sobek i Talbut, 1968). Związki te stymulują również układ immunologiczny, czym – między innymi – tłumaczy się ich pozytywny wpływ na wzrost zwierząt (Feldman, 2003).

Wiadomo, że dodatki paszowe dają wyraźniejsze efekty, gdy są stosowane w nie najlepszych warunkach chowu i żywienia, tak więc w przypadku omawianych pierwiastków wyniki otrzymane w Chinach wymagały sprawdzenia w warunkach europejskich.

Najwcześniej, bo z końcem lat pięćdziesiątych rozpoczęto badania w Niemczech, na Uniwersytecie w Monachium. Według pierwszych opublikowanych informacji (He i Rambeck, 2000) przeprowadzono dwa doświadczenia na prosiętach stosując chlorek lantanu lub mieszaninę chlorków lantanu, ceru i prazeodymu. W pierwszym użyto prosiąt o wadze około 7 kg i po 5 tygodniach uzyskano wzrost dziennych przyrostów o 2–5%, a wykorzystania paszy o 7% w stosunku do kontroli, jednak różnice te nie były istotne statystycznie. W doświadczeniu drugim stosowano podobne składniki, a prosięta ważyły przeciętnie 17,3 kg. Tym razem przyrosty poprawiły się o 19%, a wykorzystanie paszy o 10%. Autorzy na tej podstawie konkludują, że pierwiastki te mogą stanowić interesującą – bezpieczną i taną alternatywę wycofywanych syntetycznych promotorów wzrostu.

Autorzy kontynuowali badania na tucznicach (He i in., 2001), stosując dodatek chlorków tych samych pierwiastków co w doświadczeniu na prosiętach w ilości 300 mg na kg paszy. Doświadczenie trwało 3 miesiące, przy czym świnie przez pierwsze dwa miesiące karmiono *ad libitum*, a w ostatnim miesiącu stosowano żywienie ograniczone. W stosunku do grupy kontrolnej zwierzęta doświadczone wykazały się przyrostami lepszymi o 19% (różnica istotna) w okresie pierwszym i 12% w okresie drugim. Poprawa wykorzystania paszy wynosiła odpowiednio 11 i 3%. Równocześnie zbadano wpływ stosowanego preparatu na skład surowicy krwi. Stwierdzono, że pierwiastki nie miały istotnego wpływu na tyroksynę, T(4), fosfatazę alkaliczną, aminotransferazę asparaginianową

(AST), aminotransferazę alaninową (ALT) oraz zawartość cholesterolu, triacylgliceroli, białka, glukozy i najważniejszych minerałów. Istotnie ($P < 0,01$) obniżył się natomiast we krwi poziom trójiodotyroniny, co może sugerować ich związek z funkcjonowaniem tarczycy.

Doświadczenie to powtórzono później w warunkach laboratoryjnych na szczurach. Uzyskane efekty potwierdziły w zasadzie wyniki otrzymane w doświadczeniach prowadzonych na świnich: zwierzęta rosły lepiej (choć różnice były nieistotne) i lepiej wykorzystywały paszę. Różnice wystąpiły we wskaźnikach biochemicznych: we krwi szczurów otrzymujących pierwiastki ziem rzadkich istotnie wzrosła aktywność fosfatazy alkalicznej oraz aminotransferazy alaninowej, natomiast spadła zawartość glukozy (He i in., 2003).

W omówionych wyżej pracach pierwiastki ziem rzadkich podawane były w postaci chlorków. Jednak, nieorganiczne związki tych pierwiastków mają formę stałą jedynie wtedy, gdy są wydobywane w postaci rudy. Po oczyszczeniu są silnie higroskopijne i muszą być dodawane do paszy w formie roztworów wodnych, co na większą skalę jest niepraktyczne. Ponadto, działanie metali może zależeć również od związanego z nimi anionu i niejednokrotnie ich sole organiczne są lepiej przyswajalne niż nieorganiczne. Z tych powodów podjęto próby stosowania organicznych soli (cytrynianów) tych pierwiastków.

Stosując dodatek mieszaniny cytrynianów ceru, lantanu, prazeodymu i neodymu do paszy dla prosiąt, Knebel (2004) osiągnął poprawę przyrostów aż o 22,6%. Mieszanina była podawana w ilości 0, 50, 100 lub 200 mg na kg paszy. Przyrosty poprawiały się wraz ze wzrostem dawki mieszaniny. Przy najniższej nie różniły się od grupy kontrolnej, przy dodatku 100 mg mieszaniny wzrost wynosił 8,6%, a przy najwyższej dawce przekroczył, jak wyżej wspomniano, 22%. Różnice w wykorzystaniu paszy były mniejsze i wynosiły odpowiednio 2,0, 5,8 i 5,8%. Niestety, stosunkowo niewielka ilość użytych zwierząt (było to doświadczenie przeprowadzone w ramach wykonywanego doktoratu) uniemożliwiła dokonanie obliczeń statystycznych.

Schuller i in. (2002), stosując dodatek pierwiastków ziem rzadkich do standardowych dawek dla świń i drobiu stwierdzili poprawę

przyrostów świń o 19%, a wykorzystania paszy o 11%. W przypadku drobiu brak było poprawy przyrostów, a u kur nieśnych także nieśność pozostała bez zmian. Analiza poszczególnych organów zwierząt na zawartość dodawanych pierwiastków wykazała jedynie ich niewielką akumulację w wątrobie i kościach.

Niestety, nie wszystkie doświadczenia dały tak zachęcające rezultaty. Kraatz i in. (2006) przeprowadzili dwa doświadczenia na 112 odstawionych prosiętach, stosując dodatek do paszy 200 mg/kg cytrynianów tych samych pierwiastków co w cytowanym wyżej doświadczeniu Knebela (2004). Nie uzyskali oni jednak istotnej poprawy wyników. Wprawdzie w pierwszym doświadczeniu uzyskano niewielką poprawę wykorzystania paszy (o 3%), lecz w drugim wykorzystanie pogorszyło się o 8%. Jedną z przyczyn braku pozytywnej reakcji prosiąt na zastosowany dodatek mogła być wysoka zawartość białka w dawce (21%). Nie stwierdzono też zmian we florze jelitowej, często przytaczanych w omawianiu działania pierwiastków ziem rzadkich.

Podobne wyniki w doświadczeniu na prosiętach uzyskali Förster i in. (2008). Stosowali oni zróżnicowany dodatek mieszanki składającej się w 30% z lantanu, w 55% z ceru, w 5% z praeodymu i w 10% z neodymu (wszystkie w postaci cytrynianów). Dodatek wynosił 0, 100, 200, 400 lub 800 mg mieszanki na 1 kg standardowej paszy. Doświadczenie 35-dniowe przeprowadzono na 80 prosiętach ważących średnio 7,2 kg. Najmniejszy dodatek mieszanki spowodował niewielką poprawę przyrostów (kontrola 283 g, po dodaniu 100 mg mieszanki 301 g). Wyższe dawki spowodowały równie niewielkie spadki przyrostów (odpowiednio 243, 258 i 265 g). Wszystkie te różnice nie były istotne statystycznie. Autorzy stwierdzili równocześnie zmiany poziomu hormonów tarczycy we krwi, przy czym wzrost był istotny jedynie w przypadku trójiodotyroniny w pierwszym tygodniu doświadczenia.

Jak wspomniano wyżej, doświadczenia na drobiu nie dały tak pozytywnych wyników jak eksperymenty na świniach, wykonano też ich znacznie mniej. Halle i in. (2003) stwierdzili wprawdzie poprawę przyrostów kurcząt brojlerów po zastosowaniu dodatku pierwiastków ziem rzadkich, ale z drugiej strony Schuller (2001) w doświadczeniach na kurczętach brojle-

rach i przepiórkach japońskich, stosując w obu przypadkach mieszaninę chlorków różnych REE, nie stwierdził różnic pomiędzy grupami doświadczalnymi a grupą kontrolną, przy czym w przypadku przepiórek badano tak przyrosty, jak i nieśność. Według autorów, mogło to być wynikiem zbyt małego dodatku REE (do 300 mg/kg). Nie stwierdzono również żadnych zmian w zdrowiu ptaków, a pierwiastki odkładały się jedynie w bardzo małym stopniu w wątrobie i w kościach.

Tak jak w przypadku świń, lepsze wyniki można uzyskać stosując dodatek organicznych soli pierwiastków ziem rzadkich. Halle i in. (2004) w doświadczeniu na kurczętach brojlerach stosowali dodatki pierwiastków ziem rzadkich pod postacią askorbinianów, cytrynianów lub chlorków. Przy końcu doświadczenia kurczęta ważyły odpowiednio 1964, 1943 i 1915 g, przy wadze ptaków kontrolnych 1909 g. Istniała więc tendencja do poprawy przyrostów, ale różnice nie były istotne statystycznie.

W przeprowadzonych ostatnio na Uniwersytecie w Monachium dwóch doświadczeniach (He i in., 2009) stosowano niski poziom dodatków REE do dawek dla kurcząt. W doświadczeniu 1 podawano ptakom pierwiastki ziem rzadkich w postaci chlorków (w ilości 40 mg) lub cytrynianów (w ilości 70 mg na kg paszy). W doświadczeniu 2 utworzono 4 grupy: oprócz kontroli (bez dodatków) kurczęta otrzymywały 70 mg REE pod postacią chlorków lub jako cytryniany w ilości 70 lub 100 mg na kg paszy. W doświadczeniu pierwszym cytrynian poprawił przyrosty o 5,0% ($P < 0,05$), ale chlorek nie miał wpływu na wyniki tuczu. W doświadczeniu 2 we wszystkich grupach doświadczalnych uzyskano istotnie lepsze przyrosty, ale tylko w drugim okresie tuczu, od 21. dnia do uboju. Ponadto, cytrynian istotnie poprawił wykorzystanie paszy. Nie było różnic w ocenie tuszek ani zmian w podstawowych wskaźnikach biochemicznych krwi.

Jak widać, również w warunkach europejskich można uzyskać pewną poprawę wyników tuczu drobiu, jednak uzyskane dotychczas wyniki są niespójne. Różnice mogą być wynikiem podawania różnych form REE, stosowania różnych pasz, a także zmiennych warunków chowu.

Niewiele doświadczeń z użyciem REE przeprowadzono na przeżuwaczach; na Zacho-

dzie badania ograniczyły się do cieląt. Tak jak w przypadku drobiu, otrzymane wyniki nie są jednoznaczne. Meyer i in. (2006) podając te pierwiastki jako cytryniany w ilości 200 mg na kg preparatu mlekozastępczego tygodniowym cielętom, o przeciętnej wadze 44 kg, uzyskali wzrost przyrostów o 14,6% i spożycia paszy o 7,8%, natomiast Miller (2006) w doświadczeniu na starszych cielętach, w wieku 44 dni, o wadze 83 kg, stosując taki sam dodatek nie stwierdził żadnej poprawy. Oczywiście wyniki te ze względu na różny wiek zwierząt i związane z tym różnice w podawanej paszy podstawowej nie są w pełni porównywalne.

W chińsko-kanadyjskiej współpracy (Liu i in., 2007) przeprowadzono doświadczenie na przetokowanych buhajkach, podając do żwacza 450, 900 lub 1800 mg chlorku lantanu dziennie. Preparat był podawany w woreczkach z dawką podstawową zawierającą susz z kuku-

rydzy i śrutę sojową. Woreczki przebywały w żwaczu przez 4, 8, 12, 24, 36, 48 lub 72 godziny. Chlorek lantanu zwiększał rozpuszczalność frakcji organicznej, przy czym najwyższy wzrost stwierdzono przy pośredniej dawce. Lantan poprawiał również strawność materii organicznej, włókna i białka w całym przewodzie pokarmowym.

W przeciwieństwie do tych rezultatów, według danych europejskich opartych na wynikach uzyskanych przy użyciu sztucznego żwacza (Knebel, 2004), REE nawet w wysokich dawkach nie mają wpływu na fermentację w żwaczu i prawdopodobnie nie mogą poprawiać wyników produkcyjnych przeżuwaczy. Obecnie jednak dysponujemy zbyt małą ilością danych, by móc wyciągnąć jednoznaczne wnioski.

Dla lepszego uwidocznienia wpływu REE na wyniki odchowu zwierząt, przedstawiamy je w postaci krótkiej tabeli:

Zwierzęta <i>Animals</i>	Przyrost MC (%) <i>BWG (%)</i>	Wykorzystanie paszy (%) <i>FCR</i>	Autor <i>Author</i>
Prosięta – <i>Piglets</i>	+12	-11	Shen i in., (1991)
	+14	-14	
	+7	-6	
Prosięta – <i>Piglets</i>	+1	-2	Kraatz i in. (2006)
Tuczniki – <i>Fatteners</i>	+4	-1,7	Hu i in. (1999)
	+8,6	-4,7	
Brojlery – <i>Broilers</i>	+ 12–12,4	-12,4–12,8	Shen i in. (1991)
Brojlery – <i>Broilers</i>	+5,7	-8,4	Zhu i in. (1992)

Podsumowując wyniki badań nad pierwiastkami ziem rzadkich stosowanymi jako dodatek do pasz, można sobie postawić pytanie o ich ewentualną toksyczność. Są to metale ciężkie, zbliżone właściwościami do takich pierwiastków jak kadm, rtęć czy ołów, których szkodliwe działanie jest powszechnie znane. W przypadku REE zwierzęta przed szkodliwym działaniem chroni ich niska absorpcja z przewodu pokarmowego. Niemniej jednak, w przypadku zwierząt laboratoryjnych: myszy, szczurów i świnek morskich, ich LD50 wynosi od 1397 do

1876 mg/kg (Ji i Cui, 1988). Nawet przy długotrwałym ich podawaniu szczurom i małpom nie stwierdzono żadnych patologicznych zmian w tkankach poszczególnych organów. Również testy na ich działanie mutagenne dały wyniki negatywne.

Dla ostatecznej oceny przydatności REE jako dodatku do pasz dla zwierząt gospodarskich konieczne jest określenie, w jakim stopniu odkładają się one w produktach spożywanych przez ludzi. Nie stwierdzono ich wpływu na ocenę tuszy i jakość mięsa tuczników. Ich

największa akumulacja miała miejsce w kościach, które nie są produktem spożywczym. W doświadczeniach Minga i in. (1995) ich zawartość w kościach wynosiła 3,5 mg/kg, podczas gdy u zwierząt kontrolnych 2,25 mg/kg. Ich zawartość w mięsie i w wątrobie była poniżej progu wykrywalności. Podobne wyniki uzyskano w badaniach europejskich (Böhme i in., 2002). Również w doświadczeniach na kurczętach brojlerach (Schuller, 2001), żywionych stosunkowo wysokimi dawkami tych pierwiastków (150–300 mg), nie stwierdzono ich odkładania się w mięsie.

Nasuwa się pytanie o ich oddziaływanie na środowisko. Trzeba wziąć pod uwagę, że nie rolnictwo, ale przemysł, głównie optyczny i precyzyjny, a także transport uwalniają ich

największą ilość do atmosfery, skąd w naturalny sposób z wodą są pobierane przez rośliny (Ichihashi i in., 1992). Według Tylera (2004), ilości emitowane obecnie do środowiska są niewielkie i minie tysiąc lat zanim ich koncentracja się podwoi.

Biorąc to pod uwagę całość zagadnienia, w roku 2003 wydano w Szwajcarii pozwolenie na produkcję dodatku paszowego dla świń opartego na pierwiastkach ziem rzadkich. Preparat taki jest obecnie dostępny w handlu pod fabryczną nazwą *Lancer*.

Obecnie kontynuowane są badania nad zastosowaniem preparatu w żywieniu prosiąt i tuczników celem jego oceny przez EFSA (European Food Safety Authority). Produkcję takiego preparatu podejmuje się również w Austrii.

Literatura

- Böhme J., Fleckenstein Z., Hu Z., Schnug E. (2002). Bilanzversuche zum Einsatz von Seltenen Erden in der Schweinemast. W: 114. VDLUFA Kongress Ressourcen und Produktsicherheit-Qualitätssicherung in der Landwirtschaft. 16-20 September, Leipzig (cyt. za Redling, 2006).
- Feldmann A. (2003). Seltene Erden in der Schweinemast. Report. Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen e.V. (GEH); <http://www.g-e-h.de/aktuell/news/news10.htm>
- Förster D., Berk A., Hoppen H.O., Rambeck W.A., Flachowsky G. (2008). A note on the effect of rare earth elements on the performance and thyroid hormone status of rearing piglets. *J. Anim. Feed Sci.*, 17: 70–74.
- Halle I., Fleckenstein J., Hu Z.Y., Flachowsky G., Schnug E. (2003). Untersuchungen zum Einfluss von Seltenen Erden auf das Wachstum und die Ganzkörperzusammensetzung von Broilern. W: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. Jena, ss. 376–379.
- Halle I., Fleckenstein J., Hu Z.Y., Flachowsky G., Schnug E. (2004). Investigation on rare earth elements as growth promoting additives in diets for broilers. Proc. XXII World's Poultry Congress, 8–13 June 2004, Istanbul, Turkey, s. 491.
- He M.L., Rambeck W.A. (2000). Rare earth elements – a new generation of growth promoters for pigs? *Arch. Tierernähr.*, 53: 323–334.
- He M.L., Ranz D., Rambeck W.A. (2001). Study on the performance enhancing effect of rare earth elements in growing and fattening pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 85: 263–270.
- He M.L., Wang Y.Z., Xu Z.R., Chen M.L., Rambeck W.A. (2003). Effect of dietary rare earth elements on growth performance and blood parameters of rats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 87: 229–235.
- He M.L., Wehr U., Rambeck W.A. (2009). Effect of low doses of dietary rare earth elements on growth performance of broilers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 93: 86–92.
- Hu Z., Wang J., Yang Y., Ma Y. (1999). Effect of REE on the nutrients digestibility for growing pigs. *Feed World*, 11: 29–31.
- Ichihashi A., Morita H., Tatsukawa R. (1992). Rare Earth Elements (REEs) in naturally grown plants in relation to their variation in soils. *Environ. Pollution*, 76: 157–162.
- Ji Y.J., Cui M.Z. (1988). Toxicological studies on safety of rare earth used in agriculture. *Biomed. Environ. Sci.*, 1: 270–276.
- Knebel C. (2004). Untersuchungen zum Einfluss Seltener Erd-citrate auf Leistungsparameter beim Schwein und die ruminale Fermentation im künstlichen Pansen RUSITEC. Rozprawa doktorska na Uniwersytecie Ludwika Maksymiliana w Mona-

chium. Cyt. za: Redling (2006).

Kraatz M., Taras D., Männer K., Simon O. (2006). Weaning pig performance and faecal microbiota with and without in-feed addition of rare earth elements. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 90: 361–368.

Liu Q., Yang W.Z., Wang C., Huang Y.X., Dong K.H., Wang H. (2007). Adding rare earth elements to beef cattle diets improved in situ digestibility in the rumen and digestibility in the total tract. *J. Anim. Sci.*, 85 (Suppl. 1), M320, p. 104.

Meyer U., Spolders M., Rambeck W.A., Flachowsky G. (2006). Effect of dietary rare earth elements on growth performance of pre-ruminant Holstein calves. *Proc. Society of Nutrition Physiology*, 15. Getynga (Niemcy), 21–23.03.2006.

Miller T. (2006). Einfluss Seltener Erden in der Schweine und Kälbermast. *Dysertacja na Uniwersytecie Ludwika-Maksymiliana w Monachium. Cyt. za Redling (2006).*

Ming Y., Xiu Z., Ming H., Yuan L. (1995). Production and physiological effect of Rare Earth complex added to growing pig diet. *W: Proc. 3rd Int. Conf. on Rare Earth Development and Applications*, 21–25 August, Baotou, China (cyt. za Redling, 2006).

Redling K. (2006). Rare earth elements in agriculture. *DVG Service GmbH, Giessen*, s. 326.

Schuller S. (2001). Seltene Erden als Leistungs-

förderer beim Geflügel. *Untersuchungen an Broilern und Japanischen Wachteln. Dysertacja na Uniwersytecie Ludwika-Maksymiliana w Monachium. Cyt. za Redling (2006).*

Schuller S., Borger C., He M.L., Henkelmann R., Jadamus A., Simon O., Rambeck W.A. (2002). Untersuchungen zur Wirkung von Seltenen Erden als mögliche Alternative zu Leistungsförderern bei Schweinen und Geflügel. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.*, 115: 16–23.

Shen Q., Zhang J., Wang C. (1991). Application of rare earth elements on animal production. *Feed Industry*, 12: 21–22.

Sierakowska D. (2008). Zapomniane pierwiastki które zmieniły świat. *Trend*, 10: 10–12.

Sobek J.M., Talbot D.E. (1968). Effect of earth cerium on *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.*, 95: 47–51.

Tyler G. (2004). Rare earth elements in soil and plant system – A review. *Plant and Soil*, 267: 191–206.

Xiong B. K. (1995). Application of rare earth in Chinese agriculture and their perspectives of development. *Proc. Rare Earth in Agriculture Seminar, Canberra, ACT (Australia)*, 20.09.1995, pp. 5–9.

Zhu N., Lin J., Zhang J., Liu J., Sun F. (1992). Some aspects of the use of Rare Earth Elements in broiler. *J. Laiyang Agricultural College*, 9: 75–77.

RARE EARTH ELEMENTS IN FARM ANIMAL FEEDING

Summary

Rare earth elements (REE) are a group of 17 elements in the periodic table, namely scandium, yttrium and 15 lanthanoids. The first attempts to use them in agriculture were made in China in the 1970s. Later such attempts were also made in Western countries. Results suggested that REE could be a good feed supplement for piglets, especially when fed as organic salts which are more effective than chlorides. Good results were obtained also in the feeding of fattening pigs. In poultry feeding REE are not as promising as in the case of piglets. On the basis of limited number of performed experiments it is hard to draw definite conclusions, but also in poultry feeding REE citrates produced better results than chlorides. Results obtained in ruminant (mainly calf) feeding are not consistent but it seems that REE are in this case less effective than in the feeding of monogastric animals. Possible toxicity of REE, which are similar to other heavy metals such as cadmium, mercury and lead is limited by their low absorption from the alimentary tract.