

# Jakość mikrobiologiczna materiałów paszowych w Polsce

KRZYSZTOF KWIATEK, ELŻBIETA KUKIER, DARIUSZ WASYL\*, ANDRZEJ HOSZOWSKI\*

Zakład Higieny Pasz, \*Zakład Mikrobiologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego  
– Państwowego Instytutu Badawczego, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Kwiatk K., Kukier E., Wasyl D., Hoszowski A.

## Microbiological quality of feed in Poland

### Summary

The aim of the study was the microbiological quality assessment of feed materials produced and used in animal feeding in Poland. Examinations were conducted in all regional laboratories dealing with animal feedstuff testing. Prevalence of *Salmonella* sp. and *Clostridium* sp. were assessed, as well as mesophilic aerobic bacteria, Enterobacteriaceae and fungi counts. The following materials were examined: 9 389 samples in the year 2003, 5 716 samples in 2004, 4 490 samples in 2005 and 6 905 samples feed materials in 2006. Assays were done following Polish standards harmonized with European standards and/or international (ISO) standards. Most often *Salmonella* sp. were detected in extracted oil seed meal samples, and the percentage of positive samples, depending on the examined materials, ranged from 1.5 to 7.7. The number of Enterobacteriaceae in most of the examined meat and bone meal samples did not exceed 10 cfu/g, and in oil seed meals 100 cfu/g. The highest level of contamination by Enterobacteriaceae confirmed in plant feed materials reached the level 10<sup>4</sup> cfu/g. The most often confirmed level of contamination by aerobic bacteria ranged from 10<sup>2</sup> to 10<sup>6</sup> cfu/g. In the mycological studies performed more than 10<sup>5</sup> fungi per gram were detected in 0.8% of oil seed meal samples and more than 2% of cereal samples. The highest level of contamination by aerobic bacteria and fungi were detected in the cereal samples examined. Most examined feed material samples showed *Clostridium* sp. presence in titre from 0.01 to less than 0.1. *Clostridium* species occurred in meat and bone meal samples more often than in oil seed meal and cereal samples. The results obtained indicate an urgent need for the verification of previous microbiological criteria established for feed materials.

**Keywords:** feed, microbiological quality

Stały wzrost liczby ludności i postęp cywilizacyjny wymuszają produkcję coraz większej ilości żywności o wysokiej wartości odżywczej, a zarazem bezpiecznej dla konsumenta. Produkcja żywności pochodzenia zwierzęcego spełniająca te parametry jest możliwa jedynie wówczas, gdy zapewniona zostanie wystarczająca ilość pasz spełniających określone wymagania higieniczne, w tym mikrobiologiczne. Występowanie w paszach drobnoustrojów chorobotwórczych stwarza ryzyko przeniesienia ich na zwierzęta, a poprzez surowce i produkty żywnościowe z nich pozyskiwane, na człowieka (9, 13-16, 19, 21). Ponadto, stała ekspozycja zwierząt na liczne drobnoustroje saprofityczne występujące w środowisku i w paszy powoduje produkcję cytokin prozapalnych, obniżenie apetytu i przyspieszenie metabolizmu, co prowadzi do obniżenia produktywności zwierząt (10).

W ocenie jakości mikrobiologicznej pasz największe znaczenie epizootyczne mają niektóre drobnoustroje chorobotwórcze (*Salmonella* spp.), warunkowo cho-

robotwórcze (*C. perfringens*), a także mikroflora niechorobotwórcza pełniąca rolę tzw. wskaźników higienicznych, do których należą bakterie tlenowe mezofilne, grzyby, bakterie z rodziny Enterobacteriaceae czy beztlenowe laseczki przetrwalnikujące z rodzaju *Clostridium* (3, 14).

Celem badań była ocena jakości mikrobiologicznej materiałów paszowych stosowanych obecnie w Polsce do produkcji mieszanek paszowych.

### Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły próbki materiałów paszowych pobierane w ramach urzędowej kontroli Inspekcji Weterynaryjnej w zakładach przemysłu paszowego, granicznych punktach kontroli oraz wewnętrznej kontroli prywatnych producentów pasz i hodowców zwierząt.

Badaniom, w pięciu wymienionych poniżej kierunkach, poddano 9389 próbek w 2003 roku, 5716 w 2004 roku, 4490 w 2005 roku i 6905 próbek materiałów paszowych w 2006 r. Liczbę analizowanych próbek w wybranych kategoriach przedstawia tab. 1.

Tab. 1. Liczba próbek materiałów paszowych badanych w poszczególnych kierunkach w latach 2003-2006

	Rok	Kategoria paszy			Razem
		Mączki zwierzęce	Poekstrakcyjne śruty z nasion roślin oleistych	Ziarna zbóż	
<i>Salmonella</i> spp.	2003		8478		8478
	2004	2197	1221	764	4182
	2005	1527	1174	537	3238
	2006	1968	2413	350	4731
<i>Clostridium</i> spp.	2003	–	2	8	10
	2004	133	43	83	259
	2005	97	79	104	280
	2006	212	106	101	419
Bakterie tlenowe	2003	51	52	51	154
	2004	44	82	142	268
	2005	4	66	107	177
	2006	76	72	86	234
Grzyby	2003	47	52	54	153
	2004	7	89	173	269
	2005	3	71	172	246
	2006	6	94	212	312
<i>Enterobacteriaceae</i>	2003	577	12	5	594
	2004	713	18	6	737
	2005	537	6	6	549
	2006	1157	29	23	1209

Próbki badano w kierunku obecności pałeczek *Salmonella* spp. (2) i obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących z rodzaju *Clostridium* (3) oraz oznaczano ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych, ogólną liczbę grzybów (3) i liczbę bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* (4).

Badania były prowadzone we wszystkich wojewódzkich laboratoriach zakładów higieny weterynaryjnej (ZHW) badających pasze zgodnie z metodyką zalecaną przez Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy (PIWet-PIB) w Puławach w ramach prowadzonej działalności referencyjnej.

Wyniki badań przesyłano do Zakładu Higieny Pasz PIWet-PIB, gdzie były zestawiane i poddawane analizie porównawczej. Wyniki badań pochodziły z pierwszych półroczy lat 2003-2006, z wyjątkiem badań w kierunku obecności *Salmonella* spp., które obejmowały lata 2004-2006.

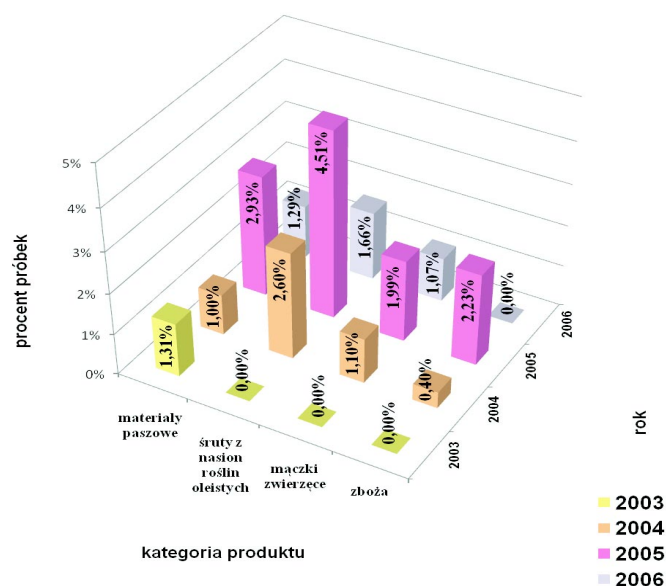
Wyniki mikrobiologicznych badań ilościowych przedstawiono na wykresach w postaci logarytmów dziesiętnych (np.  $\log_{10} = 3$  odpowiada przedziałowi od 1000 do 9999 jtk/g;  $\log_{10} = 4$  odpowiada przedziałowi od 10 000 do 99 999 jtk/g). Miano oznacza najmniejszą ilość produktu (g), w której stwierdza się obecność *Clostridium* spp. Poziomy zanieczyszczenia pasz przez poszczególne grupy drobnoustrojów w kolejnych latach badania porównano za pomocą analizy regresji.

## Wyniki i omówienie

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że pałeczki *Salmonella* spp. występowały dwukrotnie częściej w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego niż w mączkach zwierzęcych (ryc. 1). Drobnoustroje te występowały najczęściej w poekstrakcyjnych śrutach z nasion roślin oleistych (ponad 4,5% w 2005 r.), a wśród nich w śrucie słonecznikowej i rzepakowej (powyżej 7%). Ze śrut sojowej pałeczki *Salmonella* spp. izolowano z 1,5% próbek w 2004 r. i 3,9% próbek w 2005 r. Wśród nasion zbóż najczęściej zanieczyszczone tym drobnoustrojem były próbki jęczmienia (2,3%), rzadziej pszenicy (1,8%) i kukurydzy (0,8%).

Wykazane zanieczyszczenie materiałów paszowych przez pałeczki *Salmonella* spp. jest zbliżone z wynikami badań innych autorów w tym zakresie (1, 18, 25). W dużym stopniu potwierdzają to także dane Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności pochodzące z lat 2000-2004, wg których zanieczyszczenie niektórych śrut z nasion roślin oleistych sięgało nawet 24% (1). Również wyniki badań otrzymane przez Wojdat (26) wykazały zanieczyszczenie śrut z nasion roślin oleistych na poziomie 20%. Dowodzi to, że najczęstszym źródłem tego patogena są materiały paszowe pochodzenia roślinnego, w tym głównie poekstrakcyjne śruty z nasion roślin oleistych. Uzyskany odsetek próbek dodatnich w tej kategorii materiałów paszowych potwierdza,

że są one żywną pożywką dla tych drobnoustrojów. Należy dodać, że poekstrakcyjne śruty z nasion roślin oleistych zostały zaliczone przez Product Board Animal Feed (Holandia) do materiałów paszowych o najwyższym ryzyku kontaminacji (critical feed materials)



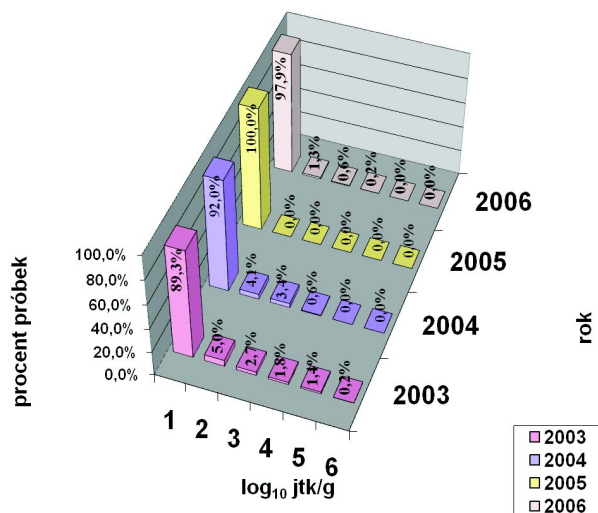
Ryc. 1. Występowanie *Salmonella* spp. w materiałach paszowych

przez pałeczki *Salmonella* spp. (5, 6). W dalszej kolejności wymienione zostały mączki rybne i pochodne pszenicy.

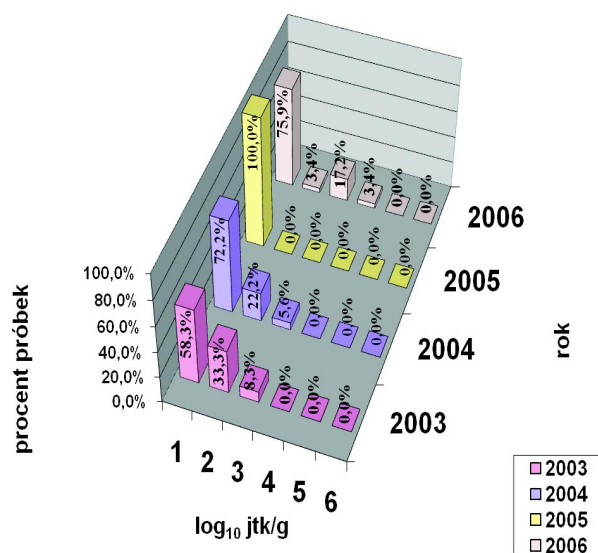
Odzwierżące serotypy pałeczek *Salmonella* stanowią jeden z głównych czynników zakażeń pokarmowych człowieka (1, 22). Relatywnie rzadko obserwowane są salmonellozy wśród zwierząt, pomimo częstego nosicielstwa tych drobnoustrojów (1). Zakażenia bezobjawowe, przy nieefektywnych działaniach prewencyjnych (dezynfekcja, dezynsekcja, deratyzacja), prowadzą z kolei do stałego zanieczyszczania środowiska pałeczkami *Salmonella* i ułatwiają wtórną kontaminację surowców żywnościowych pozyskiwanych od zwierząt (23). Analizując jednak wyniki badań otrzymane przez innych autorów na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat w tym zakresie, zauważalny jest spadek stopnia zanieczyszczenia materiałów paszowych pochodzenia zwierzęcego przez *Salmonella* (11, 17).

Liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w większości badanych próbek mączek zwierzęcych nie przekroczyła 10 jtk/g, a w próbkach poekstrakcyjnych śrut z nasion roślin oleistych  $10^2$  jtk/g (ryc. 2-4). Powyżej  $10^4$  tych bakterii w gramie stwierdzono w 0,5% próbek mączek zwierzęcych. Ze względu na małą liczbę próbek ziaren zbóż badanych w kierunku wymienionych drobnoustrojów otrzymane wyniki mogą nie być w pełni miarodajne. Najwyższy poziom zanieczyszczenia bakteriami z rodziny *Enterobacteriaceae* stwierdzono w roślinnym materiale paszowym, a nie w mączkach zwierzęcych, jak dotychczas wykazywano. Potwierdzają to także wcześniejsze wyniki badań własnych (26) oraz innych autorów (11). Stwierdzone zanieczyszczenie roślinnych materiałów paszowych przez *Enterobacteriaceae* na poziomie  $10^2$  jtk/g może być wynikiem naturalnego zasiedlania roślin przez niektóre gatunki z wymienionej rodziny (24). Najwyższe zanieczyszczenie roślinnych materiałów paszowych przez *Enterobacteriaceae* nie przekracza  $10^4$  jtk/g, co poza otrzymanymi wynikami potwierdzają także inne dane (24, 26). Także odnotowany przez Wood i wsp. (7) poziom zanieczyszczenia przez *Enterobacteriaceae* pszenicy i śruty sojowej jest porównywalny z otrzymanymi w latach 2003-2006 wynikami badań krajowych.

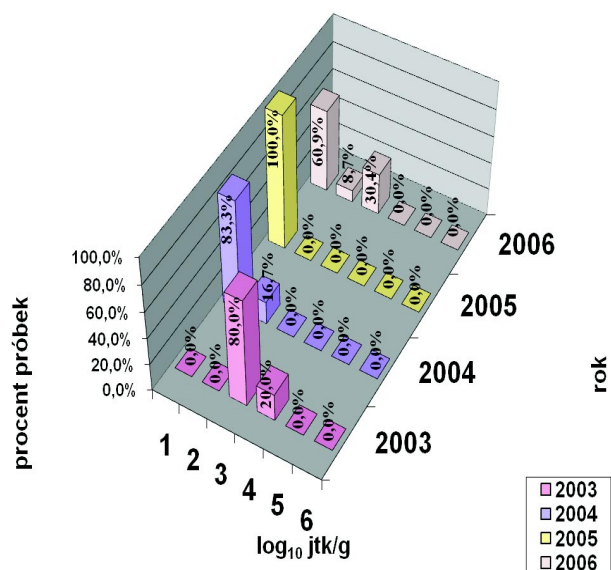
Niski poziom bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w mączkach zwierzęcych, z reguły nie przekraczający  $10^2$  jtk/g, może wynikać z poprawy warunków higienicznych w zakładach przetwarzających materiały pochodzenia zwierzęcego, a także obowiązujących wymagań mikrobiologicznych w tym zakresie. Z kolei wyższy poziom zanieczyszczenia mączek zwierzęcych przez te drobnoustroje (średnio  $1,8 \times 10^3$  jtk/g) wykazał Cox i wsp. (11). Istnieją jednak nieliczne dane wskazujące, że znaczna część materiałów paszowych stosowanych w produkcji pasz może być zanieczyszczona przez *Enterobacteriaceae* na poziomie wyższym od  $10^4$  jtk/g (7).



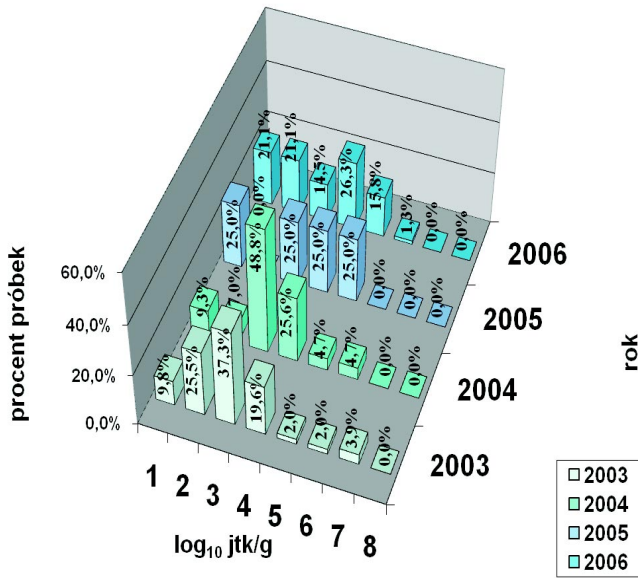
Ryc. 2. Liczba *Enterobacteriaceae* w mączkach zwierzęcych



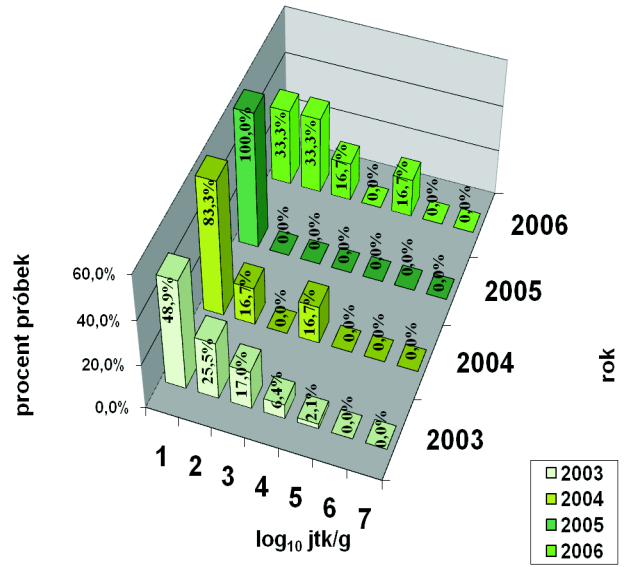
Ryc. 3. Liczba *Enterobacteriaceae* w poekstrakcyjnych śrutach z nasion roślin oleistych



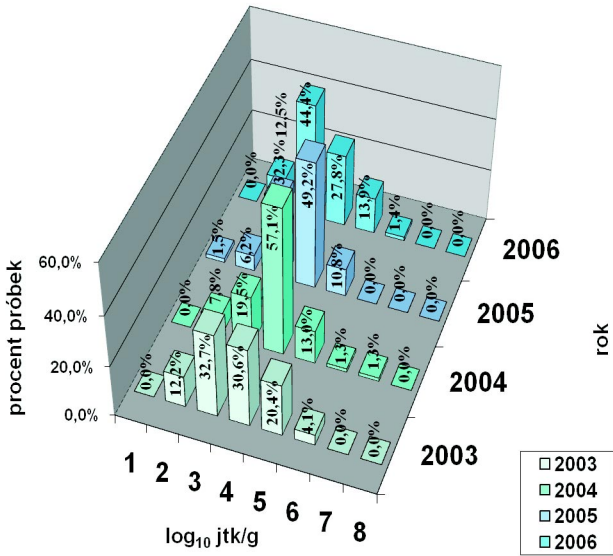
Ryc. 4. Liczba *Enterobacteriaceae* w ziarnach zbóż



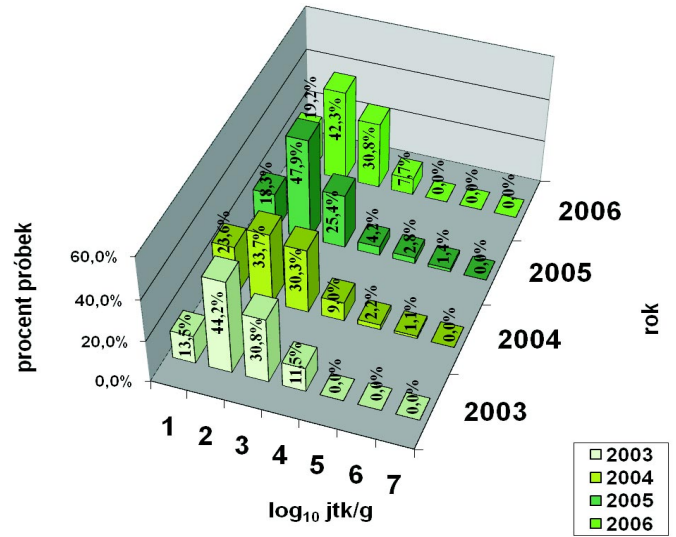
Ryc. 5. Liczba bakterii tlenowych mezofilnych w mączkach zwierzęcych



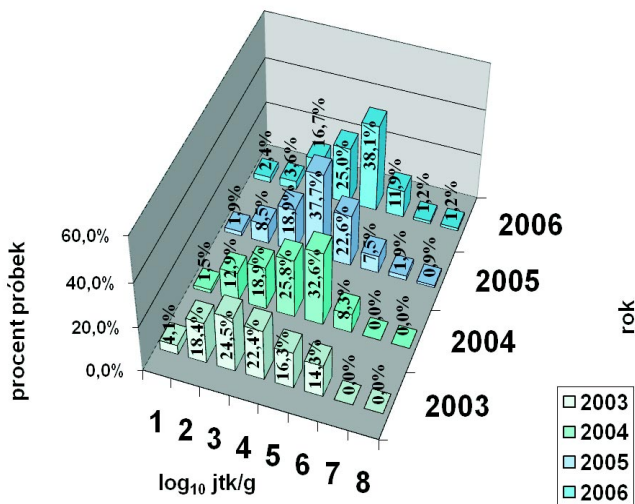
Ryc. 8. Liczba grzybów w mączkach zwierzęcych



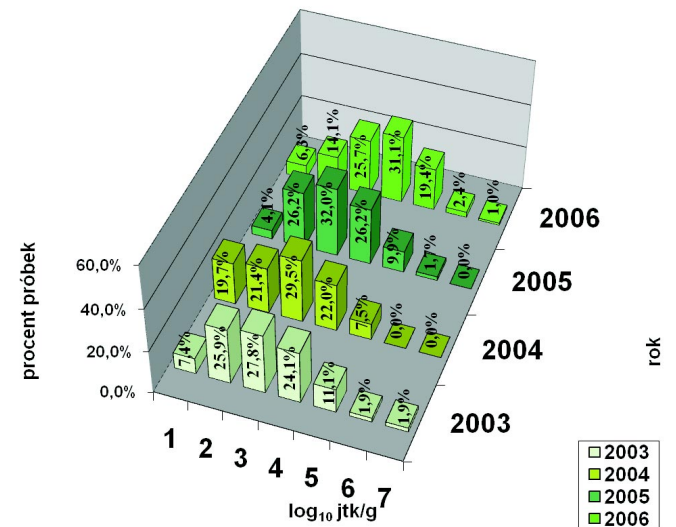
Ryc. 6. Liczba bakterii tlenowych mezofilnych w poekstrakcyjnych śrutach z nasion roślin oleistych



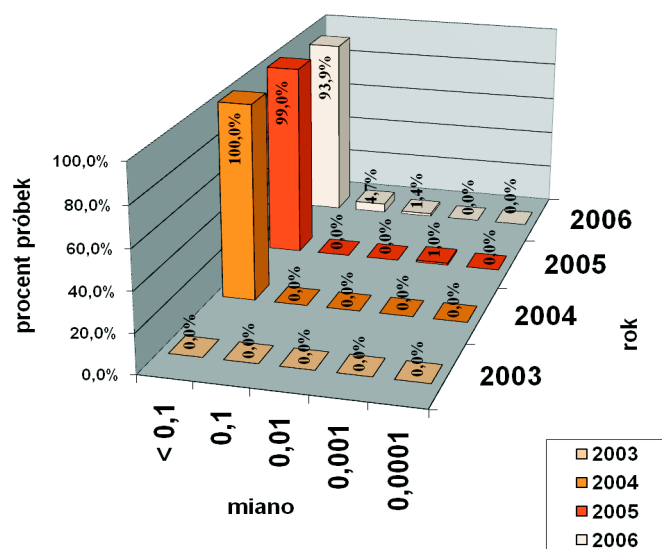
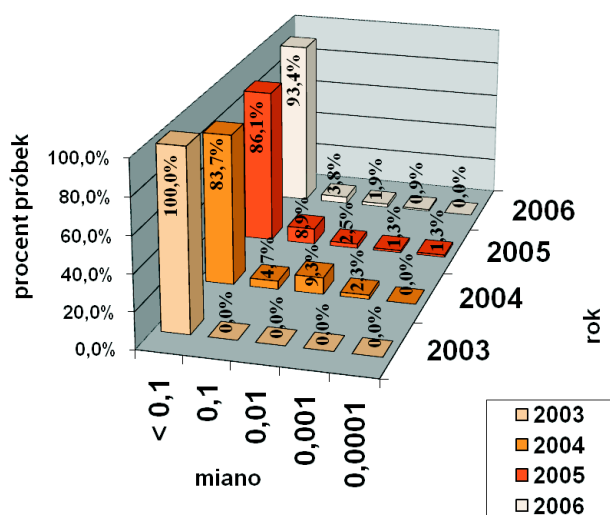
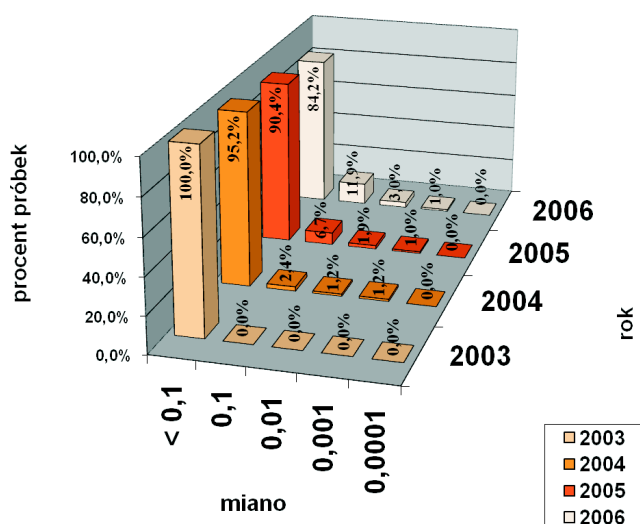
Ryc. 9. Liczba grzybów w poekstrakcyjnych śrutach z nasion roślin oleistych



Ryc. 7. Liczba bakterii tlenowych mezofilnych w ziarnach zbóż



Ryc. 10. Liczba grzybów w ziarnach zbóż

Ryc. 11. Miano *Clostridium* spp. w mączkach zwierzęcychRyc. 12. Miano *Clostridium* spp. w poekstrakcyjnych śrutach z nasion roślin oleistychRyc. 13. Miano *Clostridium* spp. w ziarnach zbóż

W obrębie analizowanych kategorii materiałów paszowych najwyższy poziom zanieczyszczenia przez bakterie tlenowe mezofilne wykazywały ziarna zbóż, a najniższy mączki zwierzęce. Poziom zanieczyszczenia bakteryjnego w poszczególnych kategoriach materiałów paszowych nie różnił się znacząco na przestrzeni czterech lat (ryc. 5-7). Spośród badanych próbek zaledwie kilka procent zawierało więcej niż  $10^6$  jtk/g tych drobnoustrojów, a w przypadku ziaren zbóż wartość ta wynosiła 10%, w przeciwieństwie do wcześniejszych wyników badań własnych, w których nie wykazano zanieczyszczenia materiałów paszowych na takim poziomie (26). Najczęściej stwierdzany zakres zanieczyszczenia bakteryjnego materiałów paszowych stosowanych w Polsce mieścił się w przedziale od  $10^2$  do  $10^6$  jtk/g. Porównywalny do wyników badań krajowych poziom zanieczyszczenia bakteryjnego poekstrakcyjnych śrut z nasion roślin oleistych i ziaren zbóż otrzymał w swoich badaniach Vlachou i wsp. (25). O liczbie bakterii tlenowych w paszy, jak wynika z przeprowadzonych badań, decydują w głównej mierze materiały pochodzenia roślinnego, a w mniejszym stopniu materiały pochodzenia zwierzęcego.

W badaniach mikologicznych materiałów paszowych powyżej 100 000 grzybów w gramie stwierdzono w 0,6% próbek poekstrakcyjnych śrut z nasion roślin oleistych i w ponad 1,5% próbek ziaren zbóż (ryc. 8-10). Najniższy poziom zanieczyszczenia grzybami wykazano w próbkach mączek zwierzęcych. Liczba grzybów w poszczególnych kategoriach materiałów paszowych nie różniła się znacząco w kolejnych latach badania. Najwyższy poziom zanieczyszczenia przez grzyby stwierdzono w ziarnach zbóż i wynosił on  $10^6$  jtk/g, co także znajduje potwierdzenie w wynikach badań własnych (26). Również inni autorzy (8, 20, 25) wskazują na ziarna zbóż jako materiał paszowy o podwyższonym ryzyku zanieczyszczenia grzybami. Podobny poziom zanieczyszczenia mikroflorą grzybową poszczególnych kategorii materiałów paszowych do otrzymanego w badaniach krajowych, wykazali także inni autorzy (8, 12, 25, 26). Jedyne średnie wartości zanieczyszczenia ziaren zbóż przez grzyby otrzymane przez Miklaszewską i wsp. (20) są znacząco wyższe (tysiącrotnie) w porównaniu do wyników innych badań krajowych. Uzyskane wyniki badań przeprowadzonych w laboratoriach ZHW na terenie całego kraju wskazują na stosunkowo niski poziom zanieczyszczenia badanych próbek mikroflorą grzybową. Mając jednak na uwadze wpływ warunków pogodowych na wzrost grzybów, powinien być on brany pod uwagę jako krytyczny punkt kontroli w ocenie jakości mikrobiologicznej materiałów paszowych stosowanych do produkcji mieszanek paszowych.

W badaniach dotyczących obecności bakterii z rodzaju *Clostridium* miano 0,0001 stwierdzono w 0,5% badanych próbek materiałów paszowych, w tym w 1,3% próbek poekstrakcyjnych śrut z nasion roślin oleistych (ryc. 11-13). Miano 0,001 wykazywało od

1% do 2,3% próbek materiałów paszowych. Jednakże poziom zanieczyszczenia bakteriami z rodzaju *Clostridium* spp. większości analizowanych próbek materiałów paszowych nie przekraczał  $10^2$  jtk/g (miano  $< 0,01$ ). Bakterie te występowały częściej w poekstrakcyjnych śrutach z nasion roślin oleistych i w ziarnach zbóż niż w mączkach zwierzęcych. Niemal dziesięciokrotnie częściej (4,5%) stwierdzano je w mianie 0,0001 w badaniach własnych (26). Miano 0,001 wykazano również około dziesięciokrotnie częściej w badaniach własnych (12,2%) niż w badaniach krajowych (1,4%). Jednak z obu omawianych opracowań wynika, że zdecydowana większość badanych próbek wykazuje obecność beztlenowych laseczek przetrwalnikujących z rodzaju *Clostridium* w mianie od 0,01 do poniżej 0,1, a podstawowym źródłem tych bakterii są materiały pochodzenia roślinnego. Pomimo że poziom tych bakterii w większości badanych próbek nie przekraczał 100 jtk/g, nie należy lekceważyć ich obecności, zważywszy na ostry przebieg większości zachorowań (toksykoinfekcja) wywoływanych przez te drobnoustroje u zwierząt.

Analiza regresji otrzymanych wyników wskazuje na niewielką, lecz systematyczną poprawę jakości mikrobiologicznej materiałów paszowych stosowanych w Polsce. Dotyczy to przede wszystkim poekstrakcyjnych śrut z nasion roślin oleistych, a w nieco mniejszym stopniu mączek zwierzęcych i ziaren zbóż. Zastosowana analiza statystyczna potwierdziła ponadto niekorzystny wpływ wspomnianych powyżej warunków pogodowych w 2006 r. na poziom zanieczyszczenia bakteryjnego i grzybowego ziaren zbóż.

Wobec tego przyjęte w naszym kraju w 1994 r. normatywne wartości dopuszczalnego zanieczyszczenia mikrobiologicznego materiałów paszowych należy uznać za stosunkowo liberalne i możliwe do spełnienia bez dodatkowych zabiegów obniżających ich zanieczyszczenie mikrobiologiczne (3). Odnosi się to szczególnie do ogólnej liczby bakterii tlenowych, liczby grzybów i miana *Clostridium* spp. Biorąc pod uwagę powyższe dane oraz stosowane obecnie procesy technologiczne przetwarzania materiałów paszowych można stwierdzić, że istnieje pilna potrzeba weryfikacji parametrów oceny mikrobiologicznej tej grupy materiałów.

### Piśmiennictwo

1. Anon.: European Food Safety Authority: Preliminary report. Analysis of the baseline study on the prevalence of Salmonella in laying hen flocks of Gallus gallus. EFSA J. 2006, 81, 1-74.
2. Anon.: Polska Norma PN-EN ISO 6579:2003 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania Salmonella spp.
3. Anon.: Polska Norma PN-R-64791:1994 Pasze. Wymagania i badania mikrobiologiczne.
4. Anon.: Polska Norma PN-R-64792:1997 Pasze. Oznaczanie bakterii z rodziny Enterobacteriaceae. Metoda najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL) i metoda liczenia kolonii.
5. Anon.: Product Board Animal Feed. Evaluation of Salmonella in feeding-stuff 2003. Hague, Netherlands 2004.
6. Anon.: Product Board Animal Feed. Evaluation of the measures to control Salmonella in the animal feed sector 2004. Hague, Netherlands 2005.

7. Anon.: World Health Organization: Zoonoses and communicable diseases common to man and animals, Vol. 1, Bacterioses and mycoses, Pan American Health Organization, Washington 2003.
8. Borkowska-Opacka B.: Badania nad wykrywaniem i występowaniem grzybów w przemysłowych mieszankach paszowych przeznaczonych dla drobiu. Praca hab., PIWet Puławy 1980.
9. Bryan F. L.: Diseased Transmitted by Foods. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, US 1982.
10. Colditz I. G.: Effects of the immune system on metabolism: implications for production and disease resistance in livestock. Livest. Prod. Sci. 2002, 3, 257-268.
11. Cox N. A., Bailey J. S., Thomson J. E., Juven B. J.: Salmonella and other Enterobacteriaceae found in commercial poultry feed. Poult. Sci. 1983, 62, 2169-2175.
12. Dalcero A., Magnoli C., Luna M., Ancasi G., Reynoso M. M., Chiacchiera S., Miazzi R., Palacio G.: Mycoflora and naturally occurring mycotoxins in poultry feeds in Argentina. Mycopathol. 1998, 141, 37-43.
13. Davis M. A., Hancock D. D., Rice D. H., Call D. R., DiGiacomo R., Samadpour M., Besser T. E.: Feedstuffs as a vehicle of cattle exposure to Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica. Vet. Microbiol. 2003, 95, 199-210.
14. Hinton M. H.: Infections and intoxications associated with animal feed and forage which may present a hazard to human health. Vet. J. 2000, 159, 124-138.
15. Kelley T. R., Walker P. M.: Bacterial concentration reduction of food waste amended animal feed using a single-screw dry-extrusion process. Biores. Tech. 1999, 67, 247-253.
16. Larkin M.: Foodborne illnesses – a global concern. Lancet Infect. Dis. 2004, 4, 250-251.
17. Maciak T., Kubiński T., Mazurek J.: Występowanie pałeczek Salmonella w paszach, komponentach paszowych i mączkach pochodzenia zwierzęcego. Medycyna Wet. 1990, 46, 333-335.
18. Mellroy S. G.: Biosecurity programmes for Salmonella control. Cah. Opt. Mediterr. 2001, 54, 81-85.
19. Meng J., Doyle M. P.: Introduction. Microbiological food safety. Microb. Infect. 2002, 4, 395-397.
20. Miklaszewska B., Kuźmińska K., Grajewski J.: Mikologiczne i mikotoksykologiczne skażenie w badanych próbach pasz i żywności (w latach 2001-2004). VII Międzynarod. Konf. Mikotoksyny i patogenne pleśnie w środowisku, Bydgoszcz 2004, s. 221-228.
21. Narayan K. G.: Food-borne infection with Clostridium perfringens type A. Int. J. Zoon. 1982, 9, 12-32.
22. Rocourt J., Moy G., Vierk K., Schlundt J.: The present state of foodborne disease in OECD countries. Food Safety Department, WHO, Geneva 2003.
23. Sauli I., Danuser J., Geeraerd A. H., Van Impe J. F., Rüfenacht J., Bissis-Choisat B., Wenk C., Stärk K. D. C.: Estimating the probability and level of contamination with Salmonella of feed for finishing pigs produced in Switzerland – the impact of the production pathway. Int. J. Food Microbiol. 2005, 100, 289-310.
24. Veldman A., Vahl H. A., Borgreave G. J., Fuller D. C.: A survey of the incidence of the Salmonella species and Enterobacteriaceae in poultry feeds and feed components. Vet. Rec. 1995, 136, 169-172.
25. Vlachou S., Zoiopoulos P. E., Drosinos E. H.: Assessment of some hygienic parameters of animal feeds in Greece. Anim. Feed Sci. Tech. 2004, 17, 331-337.
26. Wojdat E.: Ocena jakości mikrobiologicznej środków żywienia zwierząt ze szczególnym uwzględnieniem fenotypowej i genotypowej charakterystyki wyizolowanych szczepów Clostridium perfringens. Praca dokt., PIWet-PIB Puławy 2006.

Adres autora: doc. dr hab. Krzysztof Kwiatek, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: kwiatek@piwet.pulawy.pl