

ADAM MALICKI¹, SZYMON BRUŻEWICZ²

Porównanie trwałości mikrobiologicznej wybranych produktów mięsnych o różnym poziomie zanieczyszczenia poprodukcyjnego

Comparison of the Microbiological Stability of Particular Meat Products with Different Levels of the Postproductive Contamination

¹ Katedra Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Konsumenta Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR
we Wrocławiu

² Katedra i Zakład Higieny AM we Wrocławiu

Streszczenie

Wstęp. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne produktów mięsnych mogą mieć dwojaki charakter: pierwotny – pochodny surowca zwierzęcego, oraz wtórny – powstały w trakcie obróbki technologicznej i przechowywania wyrobu.

Cel pracy. Określenie tempa rozwoju mikroflory w wybranych produktach mięsnych o zróżnicowanym zanieczyszczeniu początkowym.

Materiał i metody. W dwóch grupach produktów mięsnych o różnym poziomie zanieczyszczenia początkowego (do 10^2 jtk \times g⁻¹ i 10^2 – 10^3 jtk \times g⁻¹) określano parametry mikrobiologiczne po różnym czasie przechowywania w warunkach chłodniczych.

Wyniki. Przez cały badany okres w żadnej próbce nie stwierdzono obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*, gronkowców koagulazo-dodatnich, bakterii z grupy *coli*, beztlenowych laseczek przetrwalnikujących oraz pleśni i drożdży. Przyrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych był wyższy i osiągał maksymalne wartości w krótszym czasie w grupie produktów o wyższym poziomie zanieczyszczenia poprodukcyjnego. Tempo przyrostu ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych było zróżnicowane w zależności od asortymentu produktów.

Wnioski. Na trwałość mikrobiologiczną i bezpieczeństwo produktów mięsnych istotnie wpływa poziom mikroflory resztkowej pozostającej jako zanieczyszczenie poprodukcyjne oraz właściwości fizykochemiczne wyrobu (Adv Clin Exp Med 2004, 13, 4, 549–553).

Słowa kluczowe: kielbasy, wędzonki, trwałość mikrobiologiczna.

Abstract

Background. Microbiological contamination of the meat products is of the double origin – primary, connected with the raw material, or secondary – resulting from the technological process and the product storage.

Objectives. Analysis of the microbiological growth rate within the particular meat products with the different levels of the postproductive contamination.

Material and Methods. Microbiological parameters of two groups of the meat products with various levels of the initial bacterial contamination (less than 10^2 CFU \times g⁻¹ and 10^2 – 10^3 CFU \times g⁻¹) were controlled after the different time of storage under the cooling conditions.

Results. In course of the experiment neither the *Salmonella* rods nor coagulase-positive *staphylococci*, coligenes group bacteria, sporogenes anaerobes, yeasts and moulds were isolated from the material studied. The increase of the total plate count in the products with upper postproductive contamination was higher and earlier reached its maximal level. The rate of growth of the total aerobe number was differentiated, depending on product assortment.

Conclusions. Microbiological stability and safety of the meat products are significantly affected both by the level of postproductive microbiological residues or the physical and chemical features of the assortment (Adv Clin Exp Med 2004, 13, 4 549–553).

Key words: sausages, smoked products, microbiological stability.

Drobnoustroje obecne w produkcji mięsnych stanowią nie tylko punkt wyjścia do jego zepsucia, lecz są także istotnym zagrożeniem zdrowotnym dla konsumenta.

Zanieczyszczenia mikrobiologiczne produktów mięsnych mogą mieć dwójaki charakter: pierwotny – pochodny surowca zwierzęcego, oraz wtórny – powstały w trakcie obróbki technologicznej i przechowywania wyrobu. Wzrost wymagań co do jakości i trwałości produktów pochodzenia zwierzęcego pociąga za sobą konieczność zaostrzenia nadzoru weterynaryjnego nad ich wytwarzaniem. Głównym zagrożeniem jest stan mikrobiologiczny wyrobów mięsnych bezpośrednio po produkcji oraz ich zanieczyszczenia wtórne [1–5].

Celem procesów technologicznych, oprócz uzyskania ostatecznej formy produktu, jest maksymalna redukcja drobnoustrojów wnoszonych przez surowce. Kluczowe znaczenie ma pasteryzacja produktu, która powoduje wstępne zmniejszenie liczby drobnoustrojów, lecz przy wysokim zanieczyszczeniu wyjściowym często nie jest wystarczająca [1, 4, 6–13]. W przypadku kielbas dojrzewających na ich ostateczny stan mikrobiologiczny mają wpływ także procesy fermentacji [9, 14–21].

Z punktu widzenia higieny, w trakcie przechowywania gotowego wyrobu, zasadniczym celem jest ograniczenie wzrostu pozostałej po obróbce liczby żywych lub uszkodzonych metabolicznie bakterii. Na rozwój mikroflory w przechowywanym produkcie mają wpływ przede wszystkim czas i temperatura przechowywania [1, 2, 10, 15, 22–24], a także skład środowiska gazowego [1, 15, 22] oraz rodzaj produktu i jego pH [1, 25, 26].

Celem badań było określenie tempa rozwoju mikroflory w wybranych produktach mięsnych o zróżnicowanym zanieczyszczeniu początkowym.

Materiał i metody

Badania wykonano na 72 próbkach sześciu rodzajów wędlin (kielbasa parówkowa, kielbasa jarmarczna, kielbasa szynkowa wieprzowa, kielbasa żywiecka, schab pieczony, szynka wieprzowa) o różnym stopniu rozdrobnienia surowca i zróżnicowanym poziomie wyjściowego zanieczyszczenia drobnoustrojami. Pierwszą grupę (grupa I) stanowiły produkty, których początkowe zanieczyszczenie nie przekraczało 10^2 jtk \times g⁻¹, drugą – wyroby zawierające większą liczbę drobnoustrojów, w zakresie od 10^2 do 10^3 jtk \times g⁻¹. Próbkę każdego produktu pochodziły z jednej partii, ale próbki należące do drugiej grupy przed rozpoczęciem badań przetrzymywano w temperaturze 20°C przez 8–9 godzin, w celu namnożenia się mikroflory resztkowej do pożądanego poziomu.

W trakcie eksperymentu wszystkie próbki przechowywano w temperaturze 0–4°C. Badania mikrobiologiczne wykonano w 0, 1, 3, 5, 7 i 9 dniu przechowywania. Dotyczyły one ogólnej liczby bakterii tlenowych, pałeczek z rodzaju *Salmonella*, gronkowców koagulazo-dodatnich, bakterii z grupy *coli*, beztlenowych laseczek przetrwalnikujących, pleśni i drożdży.

Ogólną liczbę bakterii tlenowych, liczbę gronkowców koagulazo-dodatnich, pałeczek *Salmonella*, beztlenowych laseczek przetrwalnikujących oraz pleśni i drożdży określano zgodnie z odpowiednimi normami [27–31]. Liczbę bakterii z grupy *coli* określano metodą płytkową na podłożu agarowym z fioletem krystalicznym, czerwienią obojętną, żółcią i laktozą (VRBL, Oxoid), które inkubowano w temperaturze 37°C, a wynik odczytywano po 24 godzinach.

Dane na temat liczby drobnoustrojów przekształcono w logarytmy dziesiętne jtk \times g⁻¹, a następnie z użyciem oprogramowania Microsoft® Excel 2000 i Statistica 5, Version 97, obliczono wielkość ich przyrostu w poszczególnych okresach przechowywania i porównano wartości średnie za pomocą testu *t*-Studenta.

Wyniki

Badane próbki wyrobów mięsnych miały początkową aktywność wodną mieszczącą się w przedziale 0,949–0,978. Najniższą aktywność wodną oznaczono w kielbasie jarmarcznej, a najwyższą – w szynce wieprzowej. W pozostałych badanych wyrobach wartość tego parametru zawierała się w zakresie 0,961–0,972. Przez cały badany okres aktywność wodna produktów nie ulegała istotnym zmianom.

Dane dotyczące ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w produktach grupy I i II, przedstawiono indywidualnie dla każdego asortymentu w tabelach 1–2 oraz zbiorczo w tabeli 3.

Wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych był statystycznie istotny ($p < 0,05$) we wszystkich badanych okresach zarówno w próbkach o zanieczyszczeniu początkowym mniejszym niż 10^2 jtk/g (grupa I), jak i w materiale o większym zanieczyszczeniu bakteryjnym (grupa II).

Przy większym zanieczyszczeniu początkowym (grupa II) przyrost ogólnej liczby bakterii tlenowych był istotnie ($p < 0,05$) wyższy niż w grupie I. Na zakończenie eksperymentu przyrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w grupie II był około 0,8 log wyższy niż w grupie I (tabela 3).

Najwyższe przyrosty ogólnej liczby bakterii tlenowych odnotowano w obu grupach w prób-

Tabela 1. Przyrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w wyrobach mięsnych o zanieczyszczeniu początkowym mniejszym niż 10^2 jtk \times g⁻¹**Table 1.** Increase of the total aerobe number in the meat products with the initial contamination level lower than 10^2 CFU \times g⁻¹

Wyrób (Assortment)	Przyrost (Increase)				
		ogółem – log jtk \times g ⁻¹ (total – log CFU \times g ⁻¹)		maksimum (maximum)	
		minimum (minimum)			
		log jtk \times g ⁻¹ (log CFU \times g ⁻¹)	okres – dni (period – days)	log jtk \times g ⁻¹ (log CFU \times g ⁻¹)	okres – dni (period – days)
Kiełbasa parówkowa (Parówkowa sausage)	5,06	1,60	1/3	0,24	5/7
Kiełbasa jarmarczna (Jarmarczna sausage)	4,18	1,43	5/7	0,18	1/3
Kiełbasa szynkowa wieprzowa (Szynkowa pork sausage)	2,21	0,81	7/9	0,10	1/3
Kiełbasa żywiecka (Żywiecka sausage)	2,77	0,91	3/5	0,05	0/1
Schab pieczony (Roasted loin)	1,27	0,62	7/9	0,00	1/3
Szynka wieprzowa (Pork ham)	3,33	1,93	7/9	0,10	1/3

Tabela 2. Przyrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w wyrobach mięsnych o zanieczyszczeniu początkowym większym niż 10^2 jtk \times g⁻¹**Table 2.** Increase of the total aerobe number in the meat products with the initial contamination level higher than 10^2 CFU \times g⁻¹

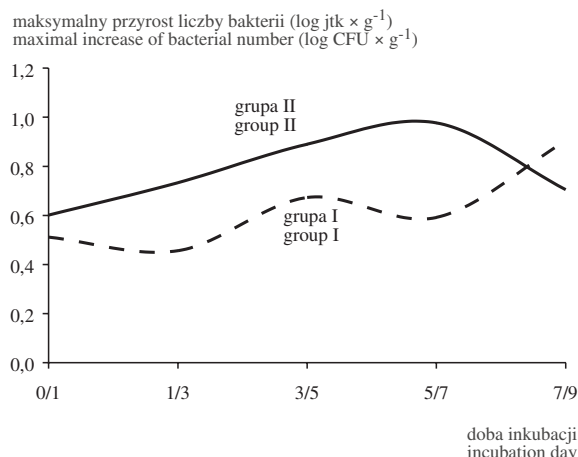
Wyrób (Assortment)	Przyrost (Increase)				
		ogółem – log jtk \times g ⁻¹ (total – log CFU \times g ⁻¹)		maksimum (maximum)	
		minimum (minimum)			
		log jtk \times g ⁻¹ (log CFU \times g ⁻¹)	okres – dni (period – days)	log jtk \times g ⁻¹ (log CFU \times g ⁻¹)	okres – dni (period – days)
Kiełbasa parówkowa (Parówkowa sausage)	5,27	1,98	0/1	-0,10	7/9
Kiełbasa jarmarczna (Jarmarczna sausage)	3,81	1,18	3/5	0,13	7/9
Kiełbasa szynkowa wieprzowa (Szynkowa pork sausage)	4,41	1,80	7/9	0,07	1/3
Kiełbasa żywiecka (Żywiecka sausage)	3,66	1,55	1/3	0,13	0/1
Schab pieczony (Roasted loin)	3,42	1,11	7/9	0,13	1/3
Szynka wieprzowa (Pork ham)	2,87	1,04	7/9	0,10	0/1

Tabela 3. Przyrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w badanym materiale (sumarycznie)**Table 3.** Increase of the total aerobe number in the material studied (on aggregate)

Przyrost (Increase)	Ogółem – log jtk \times g ⁻¹ (Total – log CFU \times g ⁻¹)	Maksimum (Maximum)		Minimum (Minimum)	
		log jtk \times g ⁻¹ (log CFU \times g ⁻¹)	okres – dni (period – days)	log jtk \times g ⁻¹ (log CFU \times g ⁻¹)	okres – dni (period – days)
Grupa I (Group I)	3,13	0,90	7/9	0,46	1/3
Grupa II (Group II)	3,91	0,98	5/7	0,6	1/3
Różnica (Difference) [II–I]	0,78	0,39	5/7	-0,20	7/9

kach kiełbasy parówkowej, zaś najniższe – w przypadku schabu pieczonego (grupa I) i szynki wieprzowej (grupa II) (tab. 1 i 2).

W grupie o większym poprodukcyjnym poziomie drobnoustrojów największy przyrost ogólnej liczby bakterii tlenowych występował przeciętnie



Ryc. 1. Maksymalny przyrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w badanym materiale (sumarycznie)

Fig. 1. Maximal increase of the total plate count in the material studied (on aggregate)

48 godzin wcześniej niż w próbkach grupy I (tab. 3, ryc. 1).

Przez cały badany okres w żadnej próbce nie stwierdzono obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*, gronkowców koagluazo-dodatnich, bakterii z grupy *coli*, beztlenowych laseczek przetrwalnikujących oraz pleśni i drożdży.

Omówienie

Przeprowadzone badania dotyczyły tempa rozwoju mikroflory w wybranych produktach mięsnych o zróżnicowanym zanieczyszczeniu początkowym. W badanym materiale zostały wyeliminowane bezpośrednie wpływy czynników zewnętrznych, oddziałujących podczas obróbki technologicznej na stan mikrobiologiczny produktu [1, 4, 6–13], ponieważ w obydwu grupach analizie poddawano asortymenty o zbliżonym poziomie zanieczyszczenia poprodukcyjnego. Warunki przechowywania, czas i temperatura, które mają kluczowe znaczenie dla dalszego statusu mikrobiologicznego produktu [1, 2, 10, 15, 22–24], były natomiast dla wszystkich badanych produktów jednakowe, dzięki

czemu wyeliminowano spowodowaną nimi zmienność. Zmiany liczby drobnoustrojów w przechowywanych produktach były konsekwencją stopnia ich zanieczyszczenia początkowego oraz warunków wewnętrznych panujących w danym asortymencie.

Statystycznie istotny wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych, występujący w obu badanych grupach przez cały okres przechowywania, świadczy o postępującym procesie zepsucia mikrobiologicznego produktów, mimo zmniejszenia zanieczyszczenia w procesie obróbki termicznej i przechowywania w warunkach chłodniczych przez cały czas trwania eksperymentu.

Przy większym zanieczyszczeniu początkowym badanych produktów, przyrost liczby bakterii był większy, a jego wartości maksymalne występowały przeciętnie 48 godzin wcześniej niż w materiale o mniejszym zanieczyszczeniu. Zanieczyszczenie początkowe wyrobów mięsnych wpływa istotnie na dalszy rozwój mikroflory w produkcie, a tym samym decyduje o jego trwałości i bezpieczeństwie.

Przyrosty ogólnej liczby bakterii tlenowych były zróżnicowane nie tylko między grupami o różnym poziomie zanieczyszczenia poprodukcyjnego, lecz także między różnymi asortymentami wyrobów w obrębie każdej z grup. Przy wyeliminowaniu wpływu czynników zewnętrznych i zbliżonym dla obu grup poziomie poprodukcyjnego zanieczyszczenia mikrobiologicznego, zaistniałe zróżnicowanie wydaje się wynikać z warunków wewnątrzśrodowiskowych produktu. Do takich warunków, wpływających na stan ilościowy mikroflory, zalicza się aktywność wodną, pH, potencjał oksydoredukcyjny, dodatek środków konserwujących [1, 25, 26], a także wzajemne oddziaływania między drobnoustrojami, zwłaszcza antagonistyczne działanie bakterii fermentacji mlekowej na inne gatunki [9, 14–21].

Brak w badanym materiale obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*, gronkowców koagluazo-dodatnich, bakterii z grupy *coli*, beztlenowych laseczek przetrwalnikujących oraz pleśni i drożdży świadczy o dobrze przeprowadzonej obróbce termicznej oraz przechowywaniu w warunkach uniemożliwiających wtórne zanieczyszczenie i rozwój tych grup drobnoustrojów.

Piśmiennictwo

- [1] Zaleski SJ: Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985.
- [2] Borch E, Nerbrink E, Svensson P: Identification of major contamination sources during processing of emulsion sausage. Int J Food Microbiol 1988, 7, 317–330.
- [3] Nerbrink E, Borch E: Evaluation of bacterial contamination at separate processing stages in emulsion sausage production. Int J Food Microbiol 1993, 20, 37–44.
- [4] Uyttendaele M, De Troy P, Debevere J: Incidence of *Listeria monocytogenes* in different types of meat products on the Belgian retail market. Int J Food Microbiol 1999, 53, 75–80.
- [5] Duffy EA, Belk KE, Sofos JN, Bellinger GR, Pape A, Smith GC: Extent of microbial contamination in United States pork retail products. J Food Prot 2001, 64, 172–178.

- [6] **Libelt K:** Characteristics and variability of microflora of Polish sausage kielbasa during its production including steaming. *Pol Arch Weter* 1983, 23, 73–86.
- [7] **Farber JM, Hughes A, Holley R, Brown B:** Thermal resistance of *Listeria monocytogenes* in sausage meat. *Acta Microbiol Hung* 1989, 36, 273–275.
- [8] **Farber JM, Brown BE:** Effect of prior heat shock on heat resistance of *Listeria monocytogenes* in meat. *Appl Environ Microbiol* 1990, 56, 1584–1587.
- [9] **Glass KA, Loeffelholz JM, Ford JP, Doyle MP:** Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented, dry sausage. *Appl Environ Microbiol* 1992, 58, 2513–2516.
- [10] **Kleemann J, Bergann T:** Model experiments to establish behaviour of *Yersinia enterocolitica* O:9 strains in various types of fresh dry sausage. *J Appl Bacteriol* 1996, 80, 10–12.
- [11] **Murano EA, Murano PS, Brennan RE, Shenoy K, Moreira RG:** Application of high hydrostatic pressure to eliminate *Listeria monocytogenes* from fresh pork sausage. *J Food Prot* 1999, 62, 480–483.
- [12] **Yuste J, Pla R, Mor-Mur M:** *Salmonella enteritidis* and aerobic mesophiles in inoculated poultry sausages manufactured with high-pressure processing. *Lett Appl Microbiol* 2000, 31, 374–377.
- [13] **Mattick KL, Bailey RA, Jorgensen F, Humphrey TJ:** The prevalence and number of *Salmonella* in sausages and their destruction by frying, grilling or barbecuing. *J Appl Microbiol* 2002, 93, 541–547.
- [14] **Smith JL, Palumbo SA:** Injury to *Staphylococcus aureus* during sausage fermentation. *Appl Environ Microbiol* 1978, 36, 857–860.
- [15] **Faith NG, Parniere N, Larson T, Lorang TD, Luchansky JB:** Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in pepperoni during the manufacture of sticks and the subsequent storage of slices at 21, 4 and –20 degrees C under air, vacuum and CO₂. *Int J Food Microbiol* 1997, 37, 47–54.
- [16] **Samelis J, Metaxopoulos J, Vlassi M, Pappa A:** Stability and safety of traditional Greek salami – a microbiological ecology study. *Int J Food Microbiol* 1998, 44, 69–82.
- [17] **Sameshima T, Magome C, Takeshita K, Arihara K, Itoh M, Kondo Y:** Effect of intestinal *Lactobacillus* starter cultures on the behaviour of *Staphylococcus aureus* in fermented sausage. *Int J Food Microbiol* 1998, 41, 1–7.
- [18] **Leroy F, de Vuyst L:** Temperature and pH conditions that prevail during fermentation of sausages are optimal for production of the antilisterial bacteriocin sakacin K. *Appl Environ Microbiol* 1999, 65, 974–981.
- [19] **Aymerich T, Artigas MG, Garriga M, Monfort JM, Hugas M:** Effect of sausage ingredients and additives on the production of enterocin A and B by *Enterococcus faecium* CTC492. Optimization of *in vitro* production and anti-listerial effect in dry fermented sausages. *J Appl Microbiol* 2000, 88, 686–694.
- [20] **Gomółka-Pawlicka M, Uradziński J:** Antagonistic effect of chosen lactic acid bacteria strains on *Salmonella species* in meat and fermented sausages. *Pol J Vet Sci* 2003, 6, 29–39.
- [21] **Gomółka-Pawlicka M, Uradziński J:** Antagonistic effect of chosen lactic acid bacteria strains on *Yersinia enterocolitica species* in model set-ups, meat and fermented sausages. *Pol J Vet Sci* 2003, 6, 99–108.
- [22] **Blickstad E, Molin G:** The microbial flora of smoked pork loin and frankfurter sausage stored in different gas atmospheres at 4 degrees C. *J Appl Bacteriol* 1983, 54, 45–56.
- [23] **Libelt K:** Characteristics and variability of microflora in steamed common sausage during the post-production storage period. *Pol Arch Weter* 1984, 24, 51–64.
- [24] **Ismail SA, Deak T, El-Rahman HA, Yassien MA, Beuchat LR:** Presence and changes in populations of yeasts on raw and processed poultry products stored at refrigeration temperature. *Int J Food Microbiol* 2000, 62, 113–121.
- [25] **Glass KA, Doyle MP:** Fate of *Listeria monocytogenes* in processed meat products during refrigerated storage. *Appl Environ Microbiol* 1989, 55, 1565–1569.
- [26] **Blom H, Nerbrink E, Dainty R, Hagtvædt T, Borch E, Nissen H, Nesbakken T:** Addition of 2.5% lactate and 0.25% acetate controls growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packed, sensory-acceptable served sausage and cooked ham stored at 4 degrees C. *Int J Food Microbiol* 1997, 38, 71–76.
- [27] Polska Norma PN-A-82055-12: 1997. Mięso i przetwory mięsne. Badanie mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności beztlenowych bakterii przetrwalnikujących i beztlenowych bakterii przetrwalnikujących redukujących siarczyn (IV).
- [28] Polska Norma PN-ISO 7954: 1999. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni. Metoda płytkowa w 25°C.
- [29] Polska Norma PN-EN ISO 6888-1: 2001. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). Cz. 2: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej Baird-Parkera.
- [30] Polska Norma PN-EN ISO 4833: 2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w 30°C.
- [31] Polska Norma PN-EN ISO 6579: 2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella* spp.

Adres do korespondencji:

Szymon Brużewicz
Katedra i Zakład Higieny AM
ul. J. Mikulicza-Radeckiego 7
50-345 Wrocław

Praca wpłynęła do Redakcji: 7.08.2003 r.
Po recenzji: 12.02.2004 r.
Zaakceptowano do druku: 15.02.2004 r.

Received: 7.08.2003
Revised: 12.02.2004
Accepted: 15.02.2004