

# Azotany III i V – ich zastosowanie i przyszłość w przetwarzaniu mięsa<sup>\*)</sup>

EDWARD POSPIECH, AGNIESZKA FRANKOWSKA

Zakład Surowców Zwierzęcych Instytutu Technologii Mięsa Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu UP,  
ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

Pospiech E., Frankowska A.

## Nitrates III and V – their application and future in food processing

### Summary

The aim of the paper was to present various viewpoints regarding the possibilities of applying nitrates III and V in meat processing in the context of the available literature on this subject, legislation and current practice. Nitrates have been used in meat industry as food preservatives for ages. They contribute to producing the desirable, red-pink meat colour, improve taste and smell of meat products, extend their shelf-life and prevent the development of *Clostridium botulinum*, bacteria dangerous for humans. However, it is also recognized that the above-mentioned compounds can exert a negative influence on consumers' health. It has been demonstrated that nitrites and nitrates are the precursors of noxious compounds, including carcinogenic nitrosamines. That is why for years various measures have been undertaken regarding the methods and doses of their application in food industry. Reducing the quantities of nitrates and nitrites added to meat products aims at protecting consumers' health from an excessive exposure to these types of substances. All the time, however, discussions are continuing whether the currently recommended quantities of these compounds added to meat are still not too high and whether it is not advisable to ban these substances from food processing altogether. Denmark is given here as an example since the Danish regulations concerning the application of nitrites and nitrates are definitely more restrictive in comparison with the other EU member states, hence meat articles manufactured there contain much smaller quantities of these compounds. In spite of that, for many years there have been no cases attributable to *Botulinus* toxins in Denmark. A similar situation regarding botulin poisoning occurs in Poland; the cases of this type of poisoning are connected, primarily, with the production of sausages in conditions unrelated with industrial production/other than industrial production. In conclusion, proposals are put forward to verify the desirability of further use of these compounds in food processing also in Poland.

**Keywords:** nitrates, nitrites, legislation, public health, meat processing

Mimo że istnieją określone przepisy unijne i krajowe, zabezpieczające konsumenta przed zanieczyszczeniami bądź też ograniczające kontakt z nimi, do powietrza i wód gruntowych wciąż przedostają się szkodliwe, zagrażające zdrowiu i życiu substancje, a na rynku nadal można spotkać skażone produkty. W przypadku żywności dotyczy to nie tylko substancji, które trafiają do produktów w sposób incydentalny. Odnosi się również do związków, które stosowane są w przetwórstwie żywności jako tzw. dodatki. Ich obecność w dawkach dozwolonych, określonych przepisami nie stanowi zagrożenia dla zdrowia konsumenta. Problem pojawia się wówczas, gdy zawartość tych substancji w produktach spożywczych, z różnych przyczyn, przekracza dopuszczalne wartości.

<sup>\*)</sup> Praca dofinansowana z projektu „Developing a Stakeholders' Guide on the vulnerability of food and feed chains to dangerous agents and substances” realizowanego w ramach programu międzynarodowego FP6-2004-FOOD-3-B, Priority Action 5 Food Quality and Safety, Area 5.4.4 nt. Traceability processes along the production chain; akronim projektu oraz numer kontraktu: ΣChain, FOOD-CT-2006-518451.

## Substancje obce w żywności a oczekiwania konsumenta

W ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie konsumentów zagadnieniami związanymi z zanieczyszczeniem artykułów spożywczych. Wiąże się to m.in. z dostępem różnego rodzaju mediów do informacji, które rozpowszechniają dane dotyczące zagrożenia zdrowia człowieka w wyniku spożywania zanieczyszczonej żywności. Dzięki temu konsument w sposób bardziej świadomy dokonuje wyboru spożywanych przez siebie produktów, zwracając zdecydowanie większą uwagę na zawartość w nich określonych składników. Dotyczy to zwłaszcza substancji obcych. Obecnie konsument oczekuje produktów nisko przetworzonych, które jednocześnie charakteryzują się dobrym smakiem, odpowiednią teksturą, barwą i, co najważniejsze, nie zawierających stymulatorów smaku, konserwantów i innych tego typu dodatków. Przemysł nie do końca jest w stanie spełnić tych oczekiwań, bowiem całkowite zrezygnowanie ze stosowania różnego rodzaju dodatków

może wpłynąć negatywnie na sensoryczne właściwości produktów. Stara się natomiast szukać nowych rozwiązań, działając zgodnie z artykułem 9. Ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. „O bezpieczeństwie żywności i żywienia”. Wynika z niej, iż substancje dodatkowe mogą być stosowane w żywności, jeżeli przy dozwolonym poziomie nie stanowią zagrożenia dla zdrowia lub życia człowieka oraz jeżeli ich stosowanie jest uzasadnione technologicznie, a cel stosowania nie może być osiągnięty w inny sposób praktycznie możliwy z punktu widzenia technologicznego i ekonomicznego. Spośród wielu substancji dodawanych do mięsa szczególną rolę pełnią azotany III (azotyny) i V (azotany).

Coraz częściej zadawane jest pytanie (6), czy konsument zaakceptowałby wyroby mięsne, które charakteryzowałyby się innym wyglądem, ale jednocześnie byłyby wolne od azotanów III i V? Czy zagadnienia tego nie powinno się rozważyć także w Polsce, a może są inne rozwiązania?

### Azotany III i V w przetwórstwie mięsa

Stosowanie azotanów i azotynów ma wielowiekową tradycję (4). Niekiedy niekorzystny ich wpływ na zdrowie człowieka prowadzi do debaty na temat konieczności lub ograniczenia zastosowania tych środków.

Azotany i azotyny znajdujące się w żywności mogą mieć różne pochodzenie. Mogą stanowić zanieczyszczenie wprowadzane do organizmu człowieka wraz z pożywieniem, głównie z żywnością pochodzenia roślinnego oraz ze skażoną wodą. Człowiek spożywa te związki m.in. z warzywami, które wykazują duże zdolności do ich kumulowania (1, 2, 16). Szczególnie warzywa liściaste mogą być bogatym źródłem azotanów i zawierać ich nawet ok. 1000 mg/kg (1). Spora ilość tych związków pojawia się w diecie człowieka w związku ze spożywaniem produktów pochodzenia zwierzęcego – głównie mięsa i jego przetworów. Wynika to z faktu, iż azotyny (potasu E 249 i sodu E 250) i azotany (sodu E 251 i potasu E 252) stanowią dodatek do żywności, stosowany w wielu procesach technologicznych. Nadają one produktom mięsnym czerwono-różową, ciepłoodporną, stabilną barwę, poprawiają i utrwalają ich smak i zapach, przedłużają trwałość poprzez działanie bakterio-bójcze (np. na *Staphylococcus aureus* czy *Listeria monocytogenes*) (4, 13, 16). Zapobiegają także rozwojowi bakterii *Clostridium botulinum*, której toksyna – jad kiełbasiany – jest jedną z najsilniejszych trucizn biologicznych. Godlewska (5), analizując główne przyczyny i częstotliwość występowania różnego rodzaju zatruc i zakażeń pokarmowych spowodowanych spożyciem wyrobów mięsnych, stwierdziła, że np. w 2006 r. odnotowano niski wskaźnik zatruc toksyną botulinową, co niewątpliwie było związane ze stosowaniem azotanów w produkcji wyrobów mięsnych. Wspomina jednak, iż w tym czasie zatruciu uległy głównie te osoby, które produkowały wędliny w warunkach domowych, sugerując że dodatek azotynów w tych warunkach jest konieczny.

Zgodnie z opinią Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) obecność azotanów i azotynów w żywności, szczególnie w dużych ilościach, przekraczających do-

puszczalne normy, jest zagrożeniem dla zdrowia ludzkiego. Ich obecność w produktach żywnościowych może wywoływać określone skutki toksykologiczne i prowadzić do zatruc pokarmowych. Mogą one obniżać wartość odżywczą spożywanych produktów, poprzez ograniczanie wykorzystania przez organizm człowieka innych składników diety oraz powodować destrukcję witamin z grupy B, witaminy A i karotenu.

Azotyny mogą wiązać się z hemoglobina krwi i poprzez trwałe jej zablokowanie uniemożliwiać przeniesienie tlenu wewnątrz organizmu, powodując niedotlenienie tkanek i organów. Związki te wywołują u człowieka rozszerzenie wszystkich naczyń krwionośnych oraz bezpośrednie działanie rozkurczowe na mięśnie gładkie. Objawy zatruc ostrego występują stosunkowo szybko, ponieważ już po 30 minutach pojawia się ból brzucha, zaczerwienienie twarzy i powłok skórnych, zawroty głowy, sinica będąca objawem wystąpienia met-hemoglobinemii, duszność, tachykardia, zamroczenie, spadek ciśnienia krwi, aż do wystąpienia zapaści. Szczególnie narażone na „przedawkowanie” tymi związkami są niemowlęta i dzieci. Ich hemoglobina jest bardziej wrażliwa na działanie tych związków. Ustalona przez WHO maksymalna dawka azotynów, jaką człowiek może spożyć codziennie bez uszczerbku na zdrowiu (tzw. ADI), wynosi 0,1 mg/kg masy ciała. W przypadku azotanów wartość ta jest nieco większa i wynosi 5 mg/kg masy ciała/dzień. Należy jednak pamiętać, iż wchłonięcie na przykład 1 g azotynu potasu powoduje już zatrucie organizmu, a 4 g są dawką śmiertelną dla dorosłego człowieka. Podobnie jest w przypadku azotynu sodu, przy czym dla dzieci ilości te są znacznie mniejsze.

Surowiec mięsny niepeklowany zawiera stosunkowo niewielką ilość azotanów i azotynów, wynoszącą w większości przypadków ok. 2,5 mg/kg (wahania 0,15 do 11,12 mg NaNO<sub>2</sub>/kg) (2). W sytuacji tak niskich zawartości praktycznie rzeczą niemożliwą jest przekroczenie dopuszczalnej ilości tych związków w produktach finalnych. Mogą natomiast zdarzyć się sytuacje, w których surowiec wyjściowy, przeznaczony do dalszego przerobu, zawiera wysokie ilości azotanów lub azotynów (np. ok. 10 mg/kg). Wówczas zastosowane w procesie peklowania mięsa w sposób jak najbardziej prawidłowy, mogą spowodować przekroczenie dopuszczalnych ilości tych związków w produktach końcowych (2, 4, 10). Pociuszające jest jednak, że ponad 90% surowca mięsnego jest nieznacznie zanieczyszczona tymi związkami i mimo dodania do niego azotanów i azotynów w procesie przetwórczym, ilość tych związków azotu w produkcie finalnym nie stanowi zagrożenia dla zdrowia człowieka (4). Ponadto ich zawartość w wyrobach mięsnych zmniejsza się podczas przechowywania (4, 15), jako wynik przemiany barwników hemowych do nitrozylopo pochodnych oraz dysmutacji azotynu do azotanu.

Jak często i z jakich powodów, dochodzi do przekroczenia dopuszczalnych limitów azotanów i azotynów w mięsie i jego produktach? Czy istnieje potencjalne ryzyko dla konsumentów związane ze stosowaniem tych związków azotu w przetwórstwie mięsnym?

Kontrole obecności azotanów i azotynów w mięsie i przetworach mięsnych są prowadzone od wielu lat (10, 12-14, 18, 19). Jak wynika z badań Kłossowskiej i Obiedzińskiego (10), nastąpił znaczący spadek wykrytych ilości tych związków w wybranych asortymentach wyrobów produkowanych przez przemysł mięsny w latach 90. w porównaniu z badaniami w latach 80. Wśród przebadanych wówczas przetworów mięsnych dopuszczalny limit pozostałości azotanów i azotynów został przekroczony głównie w wędzonkach (28% próbek), w kielbasach nietrwałych (8% próbek) i w kielbasach półtrwałych (6% próbek). Podobną ocenę w wybranych produktach drobiowych przeprowadził w latach 90. Michalski (13). W 1993 r. przekroczenie maksymalnej zawartości sumy azotanów i azotynów stwierdzono w 3,7% ogółu badanych próbek, co jest ilością znacznie niższą niż w przypadku wyrobów produkowanych z mięsa wieprzowego i wołowego. Ten sam autor (12, 14) podobne analizy przeprowadził w latach 1994 i 1995, badając wówczas zawartość azotanów i azotynów w różnych wyrobach mięsnych. W 1994 r. przekroczenie dopuszczalnej zawartości ich sumy stwierdzono w 5,39% badanych próbek, a w 1995 r. w 2,89% próbek. Prawdopodobną ich przyczyną były błędy w procesie produkcyjnym i nadmierny dodatek azotynu lub azotanu sodu. Jednakże mimo tych przekroczeń, średnia zawartość azotanów i azotynów była niższa od wartości stwierdzanych w Polsce w latach 80. (12-14).

Ogromnie duży nacisk na ograniczenie ilości stosowanych azotanów i azotynów w przetwórstwie mięsnym położono wówczas, gdy stwierdzono możliwość powstawania N-nitrozoamin w peklowanych przetworach mięsnych (2, 4, 10, 11). Mają one działanie neuro- i nefrotoksyczne oraz muta- i teratogenne (1, 13, 17). Mogą mieć także bardzo silne działanie rakotwórcze, zwiększając ryzyko wystąpienia m.in. raka żołądka i przełyku oraz powstawania guzów mózgu (7, 8, 11).

### **Regulacje prawne związane ze stosowaniem azotanów i azotynów**

W celu minimalizacji zagrożenia zdrowia w wielu krajach wprowadzono zakaz lub restrykcyjne ograniczenia w stosowaniu azotanów i azotynów w procesach przetwórczych mięsa. Ustanowiono dopuszczalne poziomy ich obecności w poszczególnych artykułach spożywczych. W ustaleniach tych brano pod uwagę dawki, przy których obserwuje się ich niekorzystne działania u zwierząt doświadczalnych, jak również udział poszczególnych produktów w tradycyjnej dziennej racji pokarmowej człowieka. W trosce o zdrowie konsumentów i przeciwdziałanie nieuczciwości producentów żywności, zwłaszcza tych odpowiedzialnych za produkcję mięsa i jego przetworów, wprowadzone zostały także kontrole zawartości azotanów i azotynów, zarówno w surowcach, jak i w produktach finalnych.

W listopadzie 2003 r. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności – EFSA dokonał oceny bezpieczeństwa stosowania azotanów i azotynów jako substancji dodatkowych do żywności. Według EFSA nadrzędnym celem powinno być dążenie do redukcji narażenia kon-

sumenta na nitrozoaminy. Można to osiągnąć poprzez obniżenie w żywności zawartości azotynów i azotanów do poziomów niezbędnych technologicznie, koniecznych do zachowania trwałości i bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów. Dodatkowym zabezpieczeniem przed przypadkowym przedawkowaniem azotynów jest zapis w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/52/WE, który zezwala na stosowanie tych związków w przetwórstwie mięsa tylko i wyłącznie w postaci mieszaniny z solą kuchenną, zawierającą nie więcej niż 0,6% NaNO<sub>2</sub>. Ewentualne nadmierne użycie tej mieszaniny w produktach mięsnych jest bez problemu rozpoznawalne i takie produkty są odrzucane z powodu zbyt dużej słoności.

Dopuszczalna ilość azotynów wprowadzonych do wyrobów mięsnych to 150 mg/kg w przypadku produktów mięsnych ogólnie i 100 mg/kg w przypadku produktów mięsnych sterylizowanych (Dz. U. z 2008 r. nr 177, poz. 1094). W przypadku kilku peklowanych produktów mięsnych wytwarzanych tradycyjnie w określonych państwach członkowskich ilość maksymalna to 180 mg/kg. Dyrektywa 2006/52/WE określa także maksymalne pozostałości azotanów i azotynów, jakie mogą występować w finalnych produktach mięsnych. Wynoszą one 50 mg/kg, 100 mg/kg i 175 mg/kg i są podane dla określonych grup produktów, w odniesieniu do których, ze względu na specyfikę procesu ich wytwarzania, nie była możliwa kontrola wprowadzanych ilości soli peklujących wchłanianych przez mięso.

Analizując te wszystkie wartości nasuwa się pytanie: dlaczego maksymalne ilości azotynów wprowadzanych do przetworów mięsnych są tak wysokie, skoro do uzyskania zadowalającej barwy i smaku mięsa wystarczy dodatek ok. 40-50 ppm (9, 16) azotynów? Przyczyną takiego postępowania jest zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów mięsnych i ogromna rola, jaką w tym zakresie odgrywają azotany i azotyny. Według Opinii Panelu Naukowego ds. Zagrożeń Biologicznych EFSA z dnia 26 listopada 2003 r., ilość 50-100 mg/kg azotynów wprowadzana do produktów mięsnych może być wystarczająca do zahamowania wzrostu *Clostridium botulinum*. W przypadku innych produktów, szczególnie tych o niskiej zawartości soli i wydłużonym okresie trwałości, w celu zahamowania rozwoju tych bakterii konieczny jest dodatek od 50 do 150 mg/kg azotynów.

### **Rozwiązanie duńskie**

W sierpniu 2007 r. władze Danii skrytykowały niektóre aspekty Dyrektywy 2006/52/WE i poinformowały, iż nie zamierzają jej stosować w odniesieniu do obecności azotynów w produktach mięsnych. Przepisy prawne tego kraju są zdecydowanie bardziej restrykcyjne w stosunku do ilości azotynów dodawanych do przetworów mięsnych (maksymalna ilość dodanych azotynów wynosi 60 mg/kg, a nie 150 mg/kg). Dania uznała, iż wprowadzenie tak wysokiej dawki tych związków dla wszystkich peklowanych produktów mięsnych może doprowadzić do ponad 2-krotnego zwiększenia spożycia azotynów i tym samym powstałych w produktach nitro-

zoamin. Ponadto władze duńskie stwierdziły, iż ich ustawodawstwo gwarantuje wyższy poziom ochrony zdrowia i życia ludzi także ze względu na niedopuszczenie wprowadzania do obrotu tradycyjnych produktów mięsnych, dla których nie można ustalić ilości stosowanych azotanów i azotanów.

O zaistniałej sytuacji Komisja Wspólnot Europejskich poinformowała państwa członkowskie oraz państwa EFTA i dała im możliwość nadsyłania uwag w tej sprawie. Równocześnie Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Ochrony Konsumentów zwróciła się do EFSA o przedstawienie opinii naukowej i stwierdzenie, czy wcześniejsze opinie Komitetu Naukowego ds. Żywności z lat 1990 i 1995 oraz EFSA z 2003 r. są nadal aktualne. Rozpoczęła się międzynarodowa debata, w wyniku której Decyzją Komisji z dnia 23 maja 2008 r. (2008/448/WE), zatwierdzono znacznie surowsze od przepisów dyrektywy 2006/52/WE krajowe przepisy duńskie, godząc się, by w tym kraju obowiązywało inne ustawodawstwo niż w całej Unii Europejskiej. Decyzja ta jest ważna przez okres 2 lat i po tym czasie zagadnienia te będą ponownie rozpatrywane.

Dania, argumentując swą decyzję, wskazywała, że tak surowe przepisy obowiązują w tym kraju od wielu lat i okazały się wystarczające do ochrony przed zatruciami jadem kiełbasianym, których liczba w tym kraju jest niższa niż w większości pozostałych państw członkowskich. Ponadto po 1980 r. stwierdzono w Danii zaledwie pięć przypadków zatrucia jadem kiełbasianym, przy czym żaden z nich nie był spowodowany spożyciem produktów mięsnych (2008/448/WE).

Powyższa sytuacja skłania do zastanowienia. Skoro w Danii od wielu lat obowiązują tak restrykcyjne przepisy prawne i jednocześnie zachowane jest bezpieczeństwo konsumentów względem jadu kiełbasianego, czy nie należałoby zatem obniżyć w innych krajach limitu dodatku tych związków?

Zdaniem niektórych ekspertów WHO, ze względu na udowodnioną szkodliwość azotanów i azotanów dla organizmu człowieka, powinno się wprowadzić całkowity zakaz stosowania w przemyśle mięsnym tych związków i tym samym wyeliminować je z diety człowieka. Opinia ta wywołuje spore zakłopotanie. Substancje te są jednymi z najskuteczniejszych środków konserwacji mięsa i ich stosowanie w przetwórstwie mięsa ma wieloletnią tradycję. Ekspertki uważają, że nie ma obecnie lepszego środka, który gwarantowałby odpowiednią jakość wędlin (2-4), a ewentualne zastosowanie w peklowaniu mięsa innych zamienników znacznie podniosłoby ceny wyrobów i jednocześnie mogło spowodować utratę obecnego wyglądu i smaku mięsa. Wprowadzone ograniczenia w ich stosowaniu, przestrzeganie receptur oraz stosowanie substancji redukujących (askorbinianu i izoaskorbinianu) znacznie ogranicza występowanie nitrozozwiązków w mięsie i jego przetworach, i czyni proces peklowania bezpieczniejszym. Zdaniem Honikela (7), pozytywnych aspektów stosowania tych dodatków w przetwórstwie mięsa jest zdecydowanie więcej w porównaniu ze stosunkowo małym prawdopodobieństwem powstania w przetworach

szkodliwych nitrozoamin. Co zatem powinno się zrobić, dążąc do zminimalizowania pozostałości azotanów w gotowym produkcie? Czy duńskiego rozwiązania nie można by uznać za docelowe?

### Podsumowanie

Naukowa debata związana ze stosowaniem azotanów i azotanów w przetwórstwie mięsa trwa. Organa kształtujące prawodawstwo w tym obszarze poszukują kompromisu między zagrożeniem powodowanym przez nitrozoaminy wskutek obecności azotanów w produktach mięsnych a ich działaniem ochronnym przeciwko wzrostowi bakterii, w szczególności tych odpowiedzialnych za zatrucie jadem kiełbasianym. Być może faktycznie najwyższe dozwolone ilości azotanów określone w dyrektywie 2006/52/WE są zbyt wysokie ze względów zdrowotnych. Można też przyjąć, że rozwiązanie duńskie jest dobrą alternatywą, pozwalającą na zmniejszenie obciążenia organizmu konsumenta różnego rodzaju zanieczyszczeniami i poprawę jego warunków zdrowotnych. Czy stosowanie azotanów w przemyśle spożywczym nie powinno być zatem zweryfikowane również w Polsce?

### Piśmiennictwo

1. Cammack R., Joannou C. L., Cui X.-Y., Martinem C. T., Maraj S. R., Hughes M. N.: Nitrite and nitrosyl compounds. *Biochim. Biophys. Acta* 1999, 1411, 475-488.
2. Cierach M.: Azotyny w procesie peklowania mięsa – funkcje, aspekty zdrowotne, peklowanie bezazotanowe – część I. *Gosp. Mięsna* 2007a, 59, 4, 24-27.
3. Cierach M.: Azotyny w procesie peklowania mięsa – funkcje, aspekty zdrowotne, peklowanie bezazotanowe – część II. *Gosp. Mięsna* 2007b, 59, 5, 18-21.
4. Duda Z.: Wybrane zagadnienia stosowania azotynu w przetwórstwie mięsa. *Żywność Technologia Jakość* 1998, 16, 5-42.
5. Godlewska K.: Zatrucia i zakażenia pokarmowe wywołane przez wyroby mięsne – część II. *Rzeźnik Polski* 2008, 109, 48-52.
6. Hamm U. von: Verbraucherakzeptanz von Öko-Fleischwaren ohne Nitritpökelsalz. *Fleischwirtschaft* 2007, 87, 126-130.
7. Honikel K. O.: The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci.* 2008, 78, 68-76.
8. Huang Y.-G., Ji J.-D., Hou Q.-N.: A study on carcinogenesis of endogenous nitrite and nitrosamine, and prevention of cancer. *Mutation Res.* 1996, 358, 7-14.
9. Jafari M., Emam-Djomeh Z.: Reducing nitrite content in hot dogs by hurdle technology. *Food Control* 2007, 18, 1488-1493.
10. Klossowska B. M., Obiedziński M.: Ocena poziomu zawartości azotanów i azotanów w produktach mięsnych. *Gosp. Mięsna* 1993, 45, 12, 24-29.
11. Lijinsky W.: N-Nitroso compounds in the diet. *Mutation Res.* 1999, 443, 129-138.
12. Michalski M. M.: Pozostałości azotanów i azotanów w kiełbasach wyprodukowanych w Polsce w 1995 roku. *Gosp. Mięsna* 1997b, 49, 5, 52-53.
13. Michalski M. M.: Zawartość azotanów i azotanów w wybranych produktach drobiowych w 1993 roku. *Gosp. Mięsna* 1996, 48, 3, 52-53.
14. Michalski M. M.: Zawartość azotanów oraz azotanów w wybranych produktach mięsnych w 1994 r. *Przem. Spoż.* 1997a, 51, 6, 36-37.
15. Perez-Rodriguez M. L., Bosch-Bosch N., Garcia-Mata M.: Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage. *Meat Sci.* 1996, 44, 65-73.
16. Sebranek J. G., Bacus J. N.: Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Sci.* 2007, 77, 136-147.
17. Tyszkiewicz I., Moch P.: Stan i skutki technologiczne skażenia surowców mięsnych azotanami i azotanami. *Gosp. Mięsna* 1989, 41, 5, 29-31.
18. Wojtoń B., Figurna T.: Pozostałości azotanów i azotanów w peklowanych produktach mięsnych, badanych w laboratoriach weterynaryjnych w 1985 r. *Medycyna Wet.* 1987, 43, 21-23.
19. Wojtoń B., Figurna T.: Pozostałości azotanów i azotanów w produktach mięsnych, badanych w laboratoriach weterynaryjnych w 1984 r. *Medycyna Wet.* 1986, 42, 71-73.

Adres autora: prof. dr hab. Edward Pospiech, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań; e-mail: pospiech@up.poznan.pl