

KAZIMIERZ KARŁOWSKI, JANUSZ BOJEWSKI

ZAWARTOŚĆ N-NITROZOAMIN W WYBRANYCH ŚRODKACH
SPOŻYWCZYCH*

Z Zakładu Badania Żywności i Przedmiotów Użytku
Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie
Kierownik: prof. dr hab. M. Nikonorow

Zbadano wybrane środki spożywcze (sery dojrzewające twarde, sery topione, ryby wędzone, mleko w proszku, przetwory mięsne i garmazeryjne, piwo) na obecność lotnych N-nitrozooamin.

Oznaczenia tych związków wykonano posługując się analizatorem energii termicznej — Model TEA 502/LC sprzężonym z chromatografem gazowym. Na zbadanych 106 próbek środków spożywczych stwierdzono w 43 przypadkach obecność N-nitrozodwumetyloaminy, w 9 N-nitrozodwumetyloaminy. Najwyższą zawartość N-nitrozodwumetyloaminy wykazano w wędzonych rybach.

Od czasu kiedy Magee i Barnes wykazali na szczurach rakotwórcze działanie N-nitrozodwumetyloaminy (NDMA) [11] uwaga toksykologów i żywieniaowców wrócona jest na związki chemiczne, posiadające w cząsteczce grupę N-nitrozową, obecne w środowisku człowieka.

W późniejszych latach w licznych badaniach na zwierzętach doświadczalnych wykazano, że nie tylko NDMA ale większość przebadanych związków N-nitrozowych wykazuje działanie rakotwórcze dla wielu gatunków zwierząt włączając małpy, których organizm jest najbardziej zbliżony do człowieka. Wykazano np. że N-nitrozodwumetyloamina wywoływała raka u 25 gatunków zwierząt doświadczalnych, takich jak np.: szczury, myszy, psy, chomiki, świnki morskie i małpy [10].

Do tej pory zbadano około 130 związków N-nitrozowych i okazało się, że ponad 80% spośród nich wykazuje działanie rakotwórcze dla zwierząt doświadczalnych. Istnieje zatem duże prawdopodobieństwo, że związki N-nitrozowe mogą być rakotwórcze dla człowieka. Sugerują to niektóre badania epidemiologiczne [1, 3, 12, 13], chociaż udowodnienie rakotwórczego działania dla człowieka jest bardzo złożone i niezwykle trudne [9].

Człowiek może być narażony na działanie tych związków, gdyż mogą one występować w żywności, lekach, środkach kosmetycznych, preparatach ochrony roślin, dymie tytoniowym oraz powietrzu, szczególnie niektórych zakładów przemysłowych [9].

Znaczne ilości związków N-nitrozowych mogą również wytwarzać się w żołądku człowieka, gdzie są sprzyjające warunki ich tworzenia się z prekursorów.

Z uwagi na trudności analityczne mało jest danych dotyczących skażenia związkami N-nitrozowymi środków spożywczych będących w obrocie w kraju.

Celem pracy była wstępna ocena środków spożywczych na obecność lotnych N-nitrozooamin.

* Praca wykonana w ramach problemu MR-12

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Aparatura

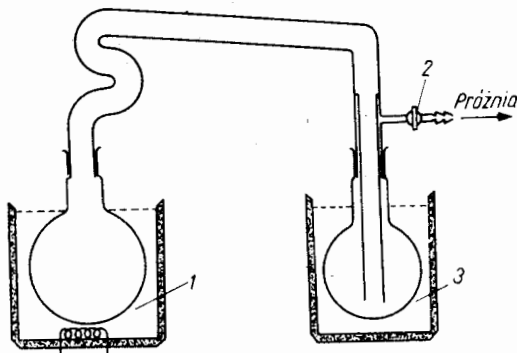
1) analizator energii termicznej — Thermal Energy Analyzer — Model TEA 502/LC Thermo Electron Corporation (USA); 2) aparat *Kuderna-Danish'a* poj. 500 cm³; 3) aparat do destylacji próżniowej w układzie zamkniętym (ryc. 1); 4) chromatograf gazowy typ JEOL JGC-1100; 5) olejowa pompa próżniowa, typ BL 87 prod. Unitra; 6) homogenizator typ 302 prod. Unipam.

Odczynniki

1) chlorek metylenu cz. (podwójnie destylowany); 2) NaOH cz.d.a.; 3) stęż. kwas solny cz.d.a.; 4) ciekły azot; 5) argon sprężony; 6) tlen sprężony; 7) stały CO₂; 8) bezw. Na₂SO₄ cz.d.a.; 9) stanol; 10) Carbowax 20M firmy BDH; 11) Chromosorb. W/AW 60-80 mesh prod. Merck; 12) Parafilm „M” (taśma parafinowa) — laboratory film, American Can Company, Dixie/Marathon, Greenwich, CT. 06830; 13) N-nitrozodwumetyloamina; 14) N-nitrozodwuetyloamina; 15) N-nitrozodwupropyloamina; 16) N-nitrozopiperidyna; 17) N-nitrozopirolidyna; 18) N-nitrozomorfolina. Roztwory wszystkich substancji wzorcowych w stężeniu 1 µg/cm³ uzyskano z Rijks Instituut Voor de Volksgezondheid (Holandia); 19) NaCl cz.d.a.; 20) aceton.

Wykonanie oznaczenia

100 g próbkę żywności homogenizowano (3 min., 10 tys. obrotów/min.) wraz z 50 g NaCl i 100–200 cm³ schłodzonej wody destylowanej do uzyskania jednolitej zawiesiny. Ilość dodanej wody była różna w zależności od rodzaju produktu, jego konsystencji oraz stopnia uwodnienia. Zhomogenizowaną próbkę przenoszono do kolby okrągłodennej na szlif o pojemności 1000 cm³. Zawartość kolby zamrażano zanurzając w mieszaninie chłodzącej (aceton + stały CO₂), po czym dodawano 10 cm³ 0,1 n NaOH. Kolbę tę umieszczano w zestawie do destylacji próżniowej w układzie zamkniętym (ryc. 1). Zanurzano ją w łaźni wodnej o temperaturze pokojowej, odbieralnik zaś w mieszaninie chłodzącej (aceton + stały CO₂ — temp. ok. —70° C). Połączenia szklane uszczelniano przy użyciu taśmy parafinowej — Parafilm „M”.

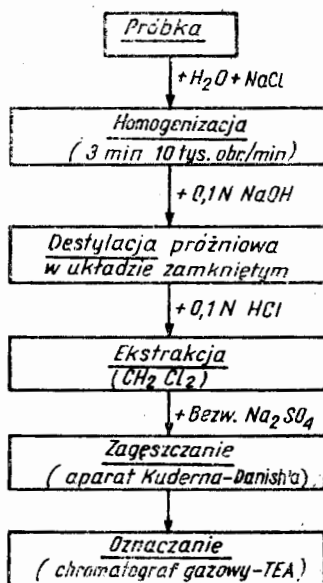


Ryc. 1. Aparat do destylacji próżniowej w układzie zamkniętym 1 — łaźnia wodna, 2 — zawór, 3 — mieszanina chłodząca (aceton + stały CO₂).

Przy pomocy próżniowej pompy olejowej uzyskiwano podeśnienie umożliwiające wrzenie cieczy w kolbie destylacyjnej (około 2 mm Hg), po czym zamykano zaworem połączenie z pompą próżniową i ogrzewano na łaźni wodnej do temp. 50° C. Wykonywano w ten sposób destylację w układzie zamkniętym do momentu uzyskania suchej pozostałości w kolbie destylacyjnej. Czas destylacji był różny w zależności od badanego produktu i nie przekraczał dwóch godzin.

Po zakończeniu destylacji zestaw destylacyjny pozostawiano w temperaturze pokojowej do czasu stopnienia się zamrożonego destylatu wodnego w odbieralniku. Destylat zakwaszono w 0,1 n roztworem HCl, po czym trzykrotnie ekstrahowano przez 1 min. chlorkiem metylenu w ilości 50 cm³. Połączone ekstrakty suszono nad bezwodnym Na₂SO₄. Oddestylowywano chlorek metylenu przy pomocy aparatu *Kuderna-Danish'a* do objętości około 5 ml, po czym przy użyciu argonu do objętości 0,5 ml.

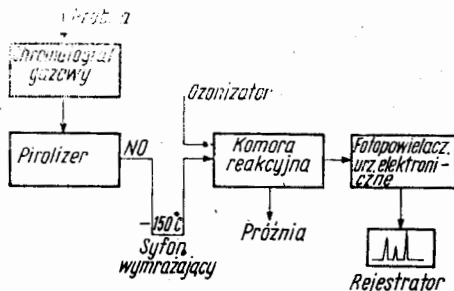
Zagęszczony ekstrakt służył do oznaczania zawartości lotnych N-nitrozoamin przy pomocy chromatografu gazowego połączonego z analizatorem energii termicznej. Schemat postępowania analitycznego przedstawiono na ryc. 2.



Ryc. 2. Schemat postępowania analitycznego przy oznaczaniu N-nitrozoamin.

Zasada działania analizatora energii termicznej (TEA).

TEA może działać jako samodzielny przyrząd bądź w połączeniu z chromatografem gazowym lub cieczowym. Schemat przedstawia ryc. 3.



Ryc. 3. Schemat działania analizatora energii termicznej (TEA).

Wstrzyknięty bezpośrednio do TEA lub po rozdzieleniu na kolumnie chromatograficznej związek N-nitrozowy wprowadzony jest wraz z gazem nośnym do pyrolizera, gdzie następuje rozzerwanie wiązania N—N=O z wydzieleniem rodników nitrozyowych ($\cdot\text{NO}$). W związkach N-nitrozowych najsłabszym jest wiązanie pomiędzy dwoma atomami azotu, które ulega rozzerwaniu na skutek katalitycznego ogrzewania. Związki organiczne, rozpuszczalnik, produkty fragmentacji wylapywane są w syfonie wymrażającym (ciekły azot + etanol — temp. ok. -150°C). Rodniki nitrozyowe przedostają się do próżniowej komory reakcyjnej. Są one stabilne w normalnych warunkach temperatury i ciśnienia.

W próżniowej komorze reakcyjnej, która jest połączona z ozonizatorem rodniki nitrozyłowe ulegają utlenieniu dając elektronicznie wzbudzony dwutlenek azotu (NO_2^*). Wzbudzony dwutlenek azotu bardzo szybko powraca do stanu podstawowego z wydzieleniem charakterystycznego promieniowania elektromagnetycznego.

Intensywność emisji mierzona przy pomocy czulego fotopowielacza jest proporcjonalna do stężenia rodników nitrozyłowych, a więc do stężenia związku N-nitrozowego.

Oznaczenie N-nitrozoamin

Warunki chromatografii gazowej:

- chromatograf gazowy model JEOL JGC-1100,
- kolumna metalowa długości 160 cm, średnicy 2 mm,
- wypełnienie kolumny — 15% Carbowax 20M osadzony na Chromosorbic W/AW 60-80 mesh,
- temp. kolumny 110° C,
- temp. dozownika 150° C,
- gaz nośny — argon 25 cm³/min.

Analizator energii termicznej:

- temp. pirolizera 450° C
- ciśn. 0,6 mm Hg
- temp. syfonu wymrażającego —150° C
- ciśn. tlenu 10 kg/cm²,
- Att. 2

Interpretacje jakościową i ilościową chromatogramów próbek badanych dokonywano przez porównanie z chromatogramami roztworów wzorcowych N-nitrozoamin (N-nitrozodwunetyloaminy (NDMA), N-nitrozodwuetiloaminy (NDEA), N-nitrozodwupropyloaminy (NDPA), N-nitrozopiperidyny (NPip), N-nitrozopirolidyny (NPir), N-nitrozomorfoliny (NMor).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Związki N-nitrozowe należą do jednych z najsilniej działających substancji rakotwórczych. Dlatego żywność, która jest spożywana przez człowieka przez cały okres życia, począwszy od wieku niemowlęcego nie powinna zawierać tych związków.

Metody wykrywania i oznaczania związków rakotwórczych powinny odznaczać się specyficnością oraz bardzo dobrą wykrywalnością pozwalającą na wykrycie dziesiątych, a nawet setnych części $\mu\text{g}/\text{kg}$. Warunki takie spełnia zastosowanie TEA sprzężonego z chromatografem gazowym i pozwalają na właściwą ocenę skażenia środków spożywczych N-nitrozoaminami [4, 6].

Wyniki badań wybranych środków spożywczych na zawartość N-nitrozoamin przedstawiono w tabeli I. Ogółem zbadano 106 próbek żywności pochodzącej z obrotu. W 43 przypadkach stwierdzono obecność NDMA w 9 zaś NDEA. Nie wykazano obecności NDPA, NPip, NPir i NMor. Najwyższy poziom NDMA stwierdzono w wędzonych rybach. Ilość tej nitrozoaminy w wędzonym dorszu dochodziła do 10,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Przyczyną wytwarzania się NDMA w wędzonych rybach jest przede wszystkim proces wędzenia. Nie bez znaczenia może być fakt, że wędzenie odbywa się po pewnym czasie od momentu złowienia. Przechowywanie ryb przez pewien okres, szczególnie w nieodpowiednich warunkach może być powodem wytworzenia się znacznej ilości amin ulegających reakcji nitrozowania tlenkami azotu znajdującymi się w dymie wędzarniczym [7, 15].

Stwierdzono, że ryby morskie zawierają większe ilości amin ulegających reakcji nitrozowania niż słodkowodne [5].

Na zbadanych 15 próbek mleka w proszku dla niemowląt w 10 stwierdzono obecność NDMA w zakresie 0,1—0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Jest to niepokojące, gdyż

Tabela I. Zawartość N-nitrozoamin w wybranych środkach spożywczych

Środek spożywczy	Liczba próbek	Zawartość N-nitrozoamin ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
		liczba próbek zawierających NDMA	zakres	liczba próbek zawierających NDEA	zakres
Sery dojrzewające twarde	22	5	0,2—0,4	4	0,1—0,2
Sery dojrzewające twarde (import)	3	—	—	—	—
Sery topione	3	—	—	—	—
Przetwory mięsne	4	2	0,1—0,2	—	—
Wyroby garmażeryjne	7	1	0,4	1	0,8
Ryby wędzone	5	5	0,1—10,5	1	0,2
Mleko w proszku dla niemowląt	15	10	0,1—0,6	—	—
Mleko w proszku witaminizowane	3	1	0,1	—	—
Piwo	44	19	0,1—0,5	3	0,1—0,2

produkt ten jest przeznaczony dla niemowląt i w pewnym okresie życia stanowi główny składnik pożywienia.

Również Sen i wsp. [18] wykazali obecność NDMA w mleku w proszku w ilościach 0,3—0,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$, przy czym obecność tej nitrozoaminy stwierdzono we wszystkich 10 zbadanych próbkach.

Przyczyną wytwarzania się NDMA w mleku w proszku prawdopodobnie jest zanieczyszczenie azotanami i azotynami mleka surowego, które jest poddawane zagęszczaniu w podwyższonej temperaturze.

Z dotychczasowych badań własnych wynika, że mleko konsumpcyjne zanieczyszczone jest azotanami i azotynami. Poziom azotynów dochodzi do 4 mg/l, azotanów zaś do 77 mg/l. Wykonane równoległe z oznaczeniami N-nitrozoamin badania mleka w proszku wykazały 0,1—1,6 mg NaNO_2/kg i 0,9—96,5 mg KNO_3/kg .

Wydaje się celowe kontynuowanie tych badań oraz podjęcie działań zmierzających do produkcji mleka w proszku dla niemowląt nie zawierającego związków N-nitrozowych. Jest to możliwe przede wszystkim poprzez badanie mleka na obecność azotanów i azotynów i następnie selekcję mleka, przeznaczonego do produkcji mleka w proszku dla niemowląt. Pewnym zabezpieczeniem może być dodawanie kwasu askorbinowego, który jest inhibitorem reakcji nitrozowania [14]. Sygnalizują to uzyskane wstępne wyniki oznaczeń mleka w proszku witaminizowanego, w którym na 3 zbadane próbki w 1 stwierdzono obecność NDMA w ilości 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Zbadano 44 próbki piwa krajowego pochodzącego z 30 browarów z terenu całego kraju. W 19 przypadkach wykazano obecność NDMA w ilości 0,1—0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$; w 3 NDEA — 0,1—0,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Wskazuje to na mniejsze zanieczyszczenie lotnymi N-nitrozoaminami piwa krajowego w porównaniu z innymi krajami.

Z doniesień piśmiennictwa zagranicznego wynika, że większość próbek piwa wykazywała obecność NDMA, a jej poziomy były następujące: 0—4,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Sen i wsp.) [17], 0—68 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Spiegelhalder i wsp.) [19], ślady — 13,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Kawabata i wsp.) [8], 0—14 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Scanlan i wsp.) [16].

Jak wykazały najnowsze badania, głównymi prekursorami NDMA w piwie są hordenina, sarkozyna i gramina znajdujące się w słodzie [20]. Stwier-

dzony wysoki poziom NDMA przypisuje się procesowi suszenia słoju gorącym powietrzem, zawierającym znaczne ilości tlenków azotu [19, 20]. Słód w krajowych browarach suszony jest metodą przeponową. Zapobiega to stykaniu się tlenków azotu ze sładem w czasie tego procesu.

Badania serów dojrzewających twardych wykazały obecność w nich NDMA i NDEA. Potwierdzają to doniesienia innych autorów [6, 19]. Z uwagi na coraz częstsze stosowanie przez przemysł mleczarski dodatku zotanów przy produkcji serów jak również fakt zanieczyszczenia tymi związkami mleka oraz niejednokrotnie złą jego jakość pod względem mikrobiologicznym, co może sprzyjać wytwarzaniu się związków N-nitrozowych, wydaje się konieczne kontynuowanie tych badań w szerszym zakresie.

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki wskazują na obecność lotnych N-nitrozamin, głównie NDMA w środkach spożywczych pochodzących z obrotu.
2. Najwyższą zawartość NDMA stwierdzono w wędzonych rybach.
3. Wykazano obecność NDMA w mleku w proszku dla niemowląt.
4. Wydaje się celowe podjęcie w szerszym zakresie badań żywności, będącej w obrocie w kraju na zawartość związków N-nitrozowych.

К. Карловски, Я. Боевски

СОДЕРЖАНИЕ N-НИТРОЗОАМИНОВ В ВЫБРАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Резюме

Исследовали содержание летучих N-нитрозоаминов в следующих пищевых продуктах: сырах, плавленых сырках, копчёных рыбах, сухом молоке, мясных и кулинарных изделиях и пиве.

Определения проводили с применением анализатора термической энергии (Thermal Energy Analyzer Model 502/LC) подключённого к газовому хроматографу JEOL — 1100.

В исследуемых 106 пробах пищевых продуктов наличие N-нитрозодиметиламина установили в 43 случаях, N-нитрозодиэтиламина — в 9 случаях. Не установили наличия остальных N-нитрозоаминов (N-нитрозодипропиламина, N-нитрозопиперидина, N-нитрозопирролидина и N-нитрозоморфолина).

Самое большое содержание N-нитрозодиметиламина, достигающее 10,5 мкг/кг, было установлено в копчёных рыбах. Беспокоит факт установления N-нитрозодиметиламина в сухом молоке, предназначенном для младенцев. Полученные результаты указывают на целесообразность проведения более широких исследований в направлении содержания N-нитрозоаминов в пищевых продуктах, потребляемых в стране.

K. Karłowski, J. Bojewski

N-NITROSOAMINES IN CERTAIN FOOD PRODUCTS

Summary

The content of volatile N-nitrosoamines was determined in certain food products (hard cheese, processed cheese, smoked fish, powdered milk, meat products, ready sold food, beer). The determinations were using a Thermal Energy Analyzer 502/LC connected to a JEOL-1100 gas chromatograph.

In 106 studied samples of food products N-nitrosodimethylamine was demonstrated in 43 cases and N-nitrosodiethylamine in 9. Other N-nitrosoamines (N-nitrosodipropylamine, N-nitrosopiperidine, N-nitrosopyrrolidine and N-nitrosomorpholine) were not found.

The highest level of N-nitrosodimethylamine reaching 10.5 µg/kg was demonstrated in smoked fish. An alarming finding was the presence of N-nitrosodimethylamine in powdered milk destined for infants. The obtained results indicate the necessity of more extensive investigations of food products marketed in this country for the presence of N-nitroso compounds.

PIŚMIENNICTWO

1. *Armijo R.*: Stomach cancer and nitrates in Chile. Materialy Sixth IARC Meeting on Analysis and Formation of N-Nitroso Compounds. Budapest 16—19 Oct. 1979. — 2. *Challis B.C., Fine D.H., Goff E.U., Hoffman G.A., Shuker D.E.G.*: Amine nitration and nitrosation by gaseous NO₂. Materialy Seventh IARC Meeting on N-Nitroso Compounds: Occurrence and Biological Effects. Tokyo, 28 Sept. — 1 Oct. 1981. — 3. *Cuello C., Corre'a P., Haenszel W., Gordillo G., Brown C., Archer M., Tannenbaum S.*: Gastric Cancer in Columbia I. Cancer risk and suspect environmental agents. J. Natl. Cancer Inst. 1976, 57, 1015. — 4. *Egan H., Preussmann R., Walker E.A., Castegnaro M., Wassermann A.E.*: Environmental carcinogens — selected methods of analysis. Vol. 1 — Analysis of Volatile Nitrosamines in Food. IARC Scientific Publications No. 18, Lyon, 1978. — 5. *Fong Y.Y., Chan W.C.*: Reduction of nitrosodimethylamine content in cantonese salt fish. w: *Walker E.A., Bogovski P., Gričičute L.*: Environmental N-Nitroso Compounds, Analysis and Formation. IARC Scientific Publications No. 14, Lyon, 1976, 465. — 5. *Gough T.A.*: An examination of some foodstuffs for trace amounts of volatile nitrosamines using the Thermal Energy Analyzer w: *Walker E.A., Gričičute L., Castegnaro M., Lyle R.E.*: Environmental Aspects of N-nitroso Compounds. IARC Scientific Publications No. 19, Lyon 1978, 297. — 7. *Kann J., Tauts O., Raja K., Kalve R.*: Nitrosamines and their precursors in some Estonian foodstuffs w: *Walker E.A., Bogovski P., Gričičute L.*: Environmental N-Nitroso Compounds, Analysis and Formation. IARC Scientific Publications No. 14, Lyon, 1976, 385. — 8. *Kawabata T., Uibu J., Ohshima H.*: Occurrence, formation and precursors of N-nitroso compounds in the Japanese diet. w: *Walker E.A., Gričičute L., Castegnaro M., Börzsönyi M.*: N-Nitroso Compounds: Analysis, Formation and Occurrence. IARC Scientific Publications No. 31, Lyon, 1980, 481. — 9. *Krull I.S., Edwards G., Wolf M.H., Fun T.Y., Fine D.H.*: N-nitrosamines in consumer products and in the workplace. w: *Anselme J.P.*: N-Nitrosamines, American Chemical Society Symposium, Series 101, Washington D.C. 1979, 175. — 10. *Lijinski W.*: Comparative carcinogenicity of N-nitroso compounds in different species. w: *Walker E.A., Castegnaro M., Gričičute L., Börzsönyi M.*: N-Nitroso Compounds: Analysis, Formation and Occurrence. IARC Scientific Publications No. 31, Lyon, 1980.

11. *Magee P.M., Barnes J.M.*: Carcinogenic nitroso compounds. *Advances Cancer Res.* 1967, 10, 163. — 12. *Mahboubi E.*: The epidemiology oral cavity, pharyngeal and oesophageal cancer outside of North America and Western Europe. *Cancer.* 1977, 40, 1879. — 13. *Maruchi N., Aoki S., Tsuda K., Tanaka Y., Toyokawa H.*: Relation of food consumption to cancer mortality in Japan with special reference to international figures. *Gann.* 1977, 68, 1. — 14. *Mirvish S.S., Wallace L., Eagen M., Shubik P.*: Ascorbate — nitrite reaction: Possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitroso compounds. *Science.* 1972, 77, 65. — 15. *Oshima H., Kawabata T.*: Mechanism of N-nitrosodimethylamine formation from trimethylamine and trimethylamineoxide w: *Walker E.A., Gričičute L., Castegnaro M., Lyle R.E.*: Environmental Aspects of N-nitroso Compounds. IARC Scientific Publications No. 19, Lyon, 1978, 143. — 16. *Scanlan R.A., Barbour J.F., Hotchkiss J.H.*: N-nitrosodimethylamine in beer. *Fd Cosmet. Toxicol.* 1980, 18, 27. — 17. *Sen N.P., Donaldson B.A., Seaman S., Jyengar J.R., Milles W.F.*: Recent studies in Canada on the analysis and occurrence of volatile and non-volatile N-nitroso compounds in foods. w: *Walker E.A., Gričičute L., Castegnaro M., Lyle R.E.*: Environmental Aspects of N-Nitroso Compounds, IARC Scientific Publications No. 19, Lyon 1978, 373. — 18. *Sen N.P., Seaman S., McPherson.*: Further studies on the occurrence of volatile and non-volatile nitrosamines in foods. w: *Walker E.A., Castegnaro M., Gričičute L., Börzsönyi M.*: N-Nitroso Compounds: Analysis, Formation and Occurrence, IARC Scientific Publications No. 31, Lyon, 1980, 457. — 19. *Spiegelhalter B., Eisenbrand G., Preussmann R.*: Occurrence of volatile nitrosamines in foods: A survey of the West German market. w: *Walker E.A., Gričičute L., Castegnaro M., Börzsönyi M.*: N-Nitroso Compounds: Analysis, Formation and Occurrence. IARC Scientific Publications No. 31, Lyon 1980, 467. — 20. *Wainwright T., Slack P.T., Long D.E.*: NDMA precursors in malt. Materialy Seventh IARC Meeting on N-Nitroso Compounds. Occurrence and Biological Effects. Tokyo, 28 Sept. — 1 Oct. 1981.

Dn. 2 II. 1982 r.

00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24.