

NITROZAMINI V ŽIVILIH

Dražigost Pokorn

UDK/UDC 613.2-099:547.478.6

NITROSO COMPOUNDS IN FOOD

DESKRIPTORJI: hrana-analiza nitrozamini

DESCRIPTORS: food analysis nitrosamines

IZVLEČEK – Analiza več kot 300 analiziranih spojin nitrozo je pokazala, da v več kot 90% povzročajo raka na poskusnih živalih. Človek je izpostavljen majhnim količinam spojin nitrozo iz različnih virov (hrane, zraka, vode). Spojine nitrozo pa se lahko tvorijo tudi v telesu.

ABSTRACT – Over 90% of the more than 300 nitroso compounds, tested in laboratory animals, cause cancer. Humans are exposed to trace amounts of nitroso compounds from several sources: food, air, water. Nitroso-compounds can also be formed inside the body.

Dušikove spojine (nitrozamini in nitrozamidi: hlapni in nehlapni) so v prehrani človeka pomembne, saj v več kot 90% od 300 preiskovanih spojin povzroča raka pri poskusnih živalih (1).

Te rakotvorne spojine lahko dobimo v različnih živilih in človekovem okolju, lahko pa se tvorijo tudi v organizmu, na primer pri zaužitju nitritov in nitratov.

Nitrozamini v živilih in človekovem okolju

Največ nitrozaminov vsebujejo ocvrta svinjina, salamurjeno meso, pivo, sir, posušene ribe (Tabela 1).

Tabela 1. Nitrozamini v različnih živilih (Hotchiss 1987)

Živila	n pozitivnih analiz/n analiz	Vrsta hlapnih nitrozaminov	µg/kg	Analiza v državi
Ocvrta svinjina	22/22	NPYR	7-139	ZDA
Ocvrta svinjina	33/56	NDMA, NPYR	0-200	V. Britanija
Prekajeno meso	25/64	NDMA, NDEA, NPYR, NPIP	0-8,6	V. Britanija
Pivo	27/29	NDMA, NPYR	0-5	Japonska
Alkoholne pijače – razen piva	2/31	NDMA, NPYR	0-<5	Japonska
Prekajeno meso	72/81	–	0,1	Japonska
Mesni izdelki	127/395	NDMA, NPYR	0,5->5	Nemčija
Sir	49/209	NDMA	0,5-5	Nemčija
Pivo	142/215	NDMA	0-68	Nemčija
Prekajeno meso	77/118	NDMA, NDEA, NPYR, NPIP	0-55	Kanada
Mlečni izdelki	11/29	NDMA	0-0,7	Kanada

NDMA – N-nitrozodimetilamin

NDEA – N-nitrozodietilamin

NPYR – N-nitrozopiroledon

NPIP – N-nitrozopiperidin

– – ni podatka

Gough in sodelavci (2) so ugotovili, da povprečni dnevni obrok hrane v Veliki Britaniji vsebuje okoli 1 μg nitrozodimetilamina; Yamamoto in sodelavci (3) pa so ugotovili, da je v povprečnem dnevnem japonskem jedilniku okoli 1,8 μg nitrozodimetilamina (več suhih rib ter piva).

Podatki kažejo, da dobi človek še največ nitrozaminov z ocvrto ali prekajeno svinjino (salamurjena svinjina) oziroma s pivom.

Ocvrta svinjina vsebuje dva ali tri hlapne nitrozamine z okoli 1–20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ N-nitrozopiroolidina in 1–10 μg N-nitrozodimetilamina, ostalih nitrozaminov pa je manj.

N-nitrozopiroolidina pa ne dobivamo v surovem mesu, ker se tvori šele med pečenjem. Pečenje svinjine v mikrovalovni pečici daje manj nitrozaminov kot pečenje v klasični pečici, ker so tam znatno višje temperature. Tudi če mesa ne prepečemo dovolj (na primer govedina), se tvori manj nitrozaminov, ker voda v mesu preprečuje tvorbo teh strupenih sestavin; svinjino pa vedno dobro prepečemo, ker se bojimo možnih infestacij s paraziti.

Po podatkih nemških avtorjev (cit. 1) lahko pivo vsebuje tudi do 68 μg N-nitrozodimetilamina (povprečno 2,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$), ki nastaja med varjenjem piva (sušenje slada s plinskimi gorilci povzroča nastajanje dušikovih oksidov, ki reagirajo z amini v sladu (4).

Mleko v prahu vsebuje manj kot 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nitrozaminov, prav tako tudi siri (0,–1 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Sploh pa hrana ni glavni vir dušikovih spojin in nitrozaminov. Tako na primer kajenje cigaret lahko dnevno obremeni organizem s 17 μg hlapnih nitrozaminov, to pa je celo 100-krat več, kot jih človek lahko dobi s kuhano svinjino (0,17 $\mu\text{g}/\text{dan}/\text{osebo}$).

Prav tako lahko človek dnevno dobi več nitrozaminov pri vdihovanju avtomobilskih izpušnih plinov ali pri uporabi kozmetičnih sredstev kot na primer s pivom (Tabela 2). V industrijskih področjih lahko v človeški organizem pride tudi več kot 100 $\mu\text{g}/\text{dan}$ nitrozaminov.

Tabela 2. Dnevna obremenitev s hlapnimi nitrozamini

Vir nitrozaminov	Nitrozamini	Vstopno mesto	$\mu\text{g}/\text{osebo}/\text{dan}$
Cigaretetni dim	različni	pljuča	17
Pivo	NDMA	prebavila	0,3–0,97
Izpušni plini (motorji)	NDMA, NMOR, NDEA	pljuča	0,2–0,5
Kozmetika	NDELA	koža	0,41
Kuhana svinjina	NPYR	prebavila	0,17
Žgane pijače	NDMA	prebavila	0,03

NDMA – N-nitrozodimetilamin

NMOR – N-nitrozomorfolin

NDEA – N-nitro-natrij-etil-amin

NDELA – N-nitrozodietanolamin

NPYR – N-nitrozopiroolidin

Vse kaže na to, da hrana sploh ni glavni vir nitrozaminov. Tako na primer kadilci dobijo manj kot 10% vseh nitrozaminov iz hrane.

S tobakom za žvečenje (12 g/dan) lahko človek dobi do 223 μg nitrozaminov/dan, s tobakom za njuhanje (7 g/dan) pa celo do 733 μg nitrozaminov/dan (5).

Nastajanje nitrozaminov v telesu

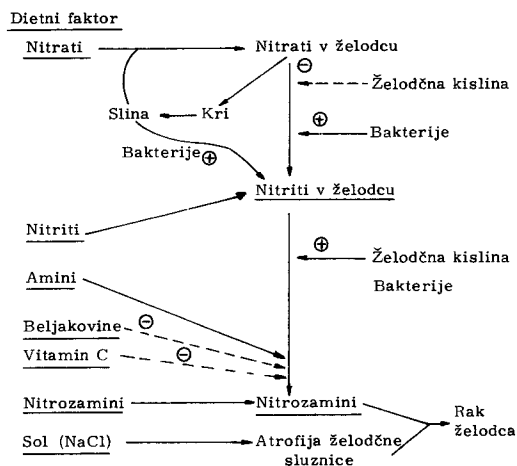
Nitrozamine in nitrozamide lahko človek tvori tudi v organizmu, po zaužitju nitritov ali nitratov, ki jih človek dodaja hrani ali pa jih hrana že primarno vsebuje (Tabela 3). Določena količina nitratov pa lahko celo nastaja tudi pri normalni presnovi dušika v organizmu (1).

Tabela 3. Nitratni dušik v dnevnem obroku (podatki iz ZRN)

Živilo	mg/dan
Mleko in mlečni izdelki	0,23
Meso in mesni izdelki	5,70
Kruh in mlevski izdelki	1,50
Olje, mast	0,00
Sadje	0,95
Zelenjava	63,70
Pitna voda	19,00
Skupaj	91,08

Nitrati se po zaužitju hrane zelo hitro absorbirajo in koncentrirajo ter izločajo v slini. Bakterije v ustih pretvorijo nitrato v nitrite, ki nato pridejo v želodec, kjer se v kisli želodčni sredini vežejo z amini v nitrozamine. Nitratni ioni se lahko indirektno prek N_2O_3 (dušikovega anhidrida) vežejo v kisli želodčni vsebini z amini (pri pH 2–4); dušikovi oksidi (NO_x) pa se lahko tudi direktno vežejo na amine, ne glede na kislost okolja (Tabela 4).

Tabela 4. Nastanek želodčnega raka in nitrozamini (WHO 1986)



Zaužiti nitrati se s pomočjo delovanja bakterij spremenijo v nitrite. Kisli želodčni sok inhibira rast bakterij in tako zavira nastanek nitrozaminov v želodcu. Hrana z veliko soli lahko pospeši nastanek želodčnega raka, ker pospešuje nastanek atrofije želodčne sluznice.

- + pospešuje nastanek
- zavira nastanek

Nekatera živila (Tabela 5) imajo še posebno veliko nitritov in nitratov, ki se v želodcu pretvarjajo v nitrozamine (vitamina C in E v hrani pa preprečujeta tvorbo nitrozaminov).

Tabela 5. Mineralni dušik v tkivnem soku (mg/l) (Megušar 1989)

Rastlina		Amonijski	Nitritni	Nitratni
Špinača	a	18,01	0,001	4,10
	b	47,92	0,177	307,17
	c	47,53	0,142	631,73
Zelena (listi)	a	1,14	0,003	0,04
	b	7,39	0,039	17,43
	c	5,99	0,067	94,11
Pesa (koren)	a	37,57	3,246	145,79
	b	30,66	3,533	231,48
	c	49,72	4,080	879,03

V zelenjavi je lahko nitratov od 1–1000 mg/kg. Beluši vsebujejo manj kot 3 mg/kg; pesa pa celo od 6–800 mg/kg. Pesa, zelena, ložika, špinača, hren vsebujejo lahko več kot 1000 mg/kg nitratov; medtem ko fižol, grah, cvetača, krompir, čebula in sladka koruza lahko vsebujejo manj kot 200 mg/kg nitratov.

Konzervirano sadje in zelenjava lahko vsebujejo večjo koncentracijo nitratov. Prav zaradi tega lahko vegetarijanci dnevno zaužijejo večje količine nitratov, prav tako pa tudi vsi drugi, ki dnevno zaužijejo od 0,29–0,6 kg zelenjave na dan.

Nitrite in nitrate pa lahko dobimo tudi v salamurjenem in prekajenem mesu ter nekaterih vrstah sira. Uporaba solitra (kalijevega nitrata) in nitritov (natrijev nitrit) za salamurjenje mesa je poznana že iz prejšnjega stoletja. Nitriti lahko reagirajo z mioglobinom – mišičnim barvilom, hemoglobinom v krvi (nastanek methemoglobinemije), z beljakovinami in tudi sestavinami maščob. Pomen nitratov v predelavi mesa pa ni poznan samo pri izboljšavi organoleptičnih lastnosti mesa, temveč tudi pri preprečevanju razmnoževanja bakterij *Clostridium botulinum*.

Če je pitna voda kontaminirana z nitratni, v koncentraciji med 50 in 100 mg/l lahko že povzroči methemoglobinemijo pri dojenčkih. Voda, ki jo ima človek na razpolago za pitje, običajno vsebuje manj kot 20 mg nitratov/l.

Možno pa je, da nitrozamini nastanejo tudi v pljučih po vdihavanju dušikovih oksidov, ki jih je veliko tudi v človekovem neposrednem okolju (Tabela 6).

Tabela 6. Povprečna urna koncentracija dušikovih oksidov v človekovem okolju ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Kraj	NO	NO ₂
Vas	4	13
Mesto	19–63	31–73
Mesto (ob cestah)	169	77
Kuhinja s plinsko pečico	280–560	470–940
Dnevna soba s pečjo na plin	10–113	34–288
Dnevna soba s pečjo na olje	63–2427	100–3209

Sklep

Kancerogene snovi – nitrozamini so splošni polutanti v našem okolju, pri tem pa ima hrana kot vir teh strupov še najmanjši pomen. Pridelovanje biološko neoporečnih živil (živil brez kontaminantov) je torej le del boja za čisto okolje in naše dobro zdravje.

Literatura

1. Hotchiss JH. Nitrate, Nitrite, and Nitroso Compounds in foods. *Food Technology* 1987; 4: 127–36.
2. Gough TA, McPhail MF, Webb KS, Wood BJ, Coleman RF. An examination of some food – stuffs for presence of volatile nitrosamines. *J Sci Food Agric* 1977; 28: 345–50.
3. Yamamoto M, Iwata R, Ishiwata H, Yamada T, Taminura A. Determination of volatile nitrosamine levels in foods and estimation of their daily intake in Japan. *Food Chem Toxicol* 1984; 22: 61–70.
4. Scanlan RA. Formation and occurrence of nitrosamines in food. *Cancer Res (Suppl.)* 1983; 43: 2435 s.
5. Crossett RN. Nitrate, Nitrite and N-Nitroso Compounds in Food. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London 1987: 1–72.
6. Megušar F. Mineralni dušik – viški v rastlinski hrani. V: *Bioživila. Bitenčevi živilski dnevi*, 1989; Ljubljana 1989: 57– 63.
7. WHO. Preventing nutrition – related diseases in Europa. WHO, Regional office for Europe, Copenhagen 1986: 3–70.

VSESPLOŠNI PESIMIZEM

Takoimenovani prvi svetovni pregled javnega mnenja glede okolja kaže, da so ljudje v razvitih deželah in v deželah v razvoju enako zaskrbljeni zaradi kvalitete okolja in skeptični glede sposobnosti svojih vodilnih, da bi ga zaščitili. Anketo je za Program za okolje pri Združenih narodih pripravila ameriška skupina za javno mnenje, uporabili pa so jo v 14 deželah na štirih celinah.

Velika večina vprašanih – med 75 in 100 odstotkov obeh skupin, javnosti in vodilnih – se je strinjala s trditvijo, da bi se morale vlade in mednarodna telesa, recimo Združeni narodi, lotiti odločnejših akcij in sprejeti strožje zakone, ki bi uravnavali industrijsko onesnaževanje. Večina vprašanih je tudi prepričana, da obstaja neposredna povezava med kvaliteto okolja in zdravjem. Večina vprašanih je za svoje okolje menila, da je »znosno« ali pa »slabo«.