

Nitrát- és nitrit-vegyületek jelentősége az élelmiszerekben

Szigeti Tamás János

WESSLING Hungary Kft.

Érkezett: 2010. szeptember 30.

E dolgozatban arra keresem a választ, hogy a különböző forrásokból származó nitrit- és nitrát-vegyületek milyen élelmiszerbiztonsági kockázatot jelentenek élelmiszereinkbe kerülve. Egyúttal szeretnék a tárgyhoz kissé távolabbról tartozó néhány érdekességről ismeretterjesztő összefoglalót adni.

A nitrogén a földi élő szervezetek egyik legfontosabb alkotórésze az oxigén, a szén, a hidrogén és kén a mellett. A nitrogén bio-geokémiai körforgása során különböző oxidációfokú állapoton megy keresztül. A denitrifikációs folyamatok során a NAD/FAD rendszer közreműködésével nitrition, dinitrogén-oxid és elemi nitrogén keletkezhet. Az elemi nitrogén biológiai fixációja során alakulnak ki a talajok szerves nitrogén-vegyületei. Az ammonifikáció folyamatában ammónia keletkezik, amely oxidálódva nitritekké, majd nitrátokká alakul.

A talajok fizikai-kémiai állapota és a növénytermesztés során alkalmazott agrotechnológia, műtrágyázási szokások alapvetően meghatározhatják egy adott területen termesztett növények nitrogén-felvételét. A növényi eredetű élelmiszerek nitrit- és nitrittartalma ezért környezetvédelmi összefüggéseket is felvet.

A légkörben található nitrogén különböző fizikai és kémiai folyamatok révén különböző nitrogén-oxidokká alakul, majd a talajba jutva további kémiai reakciókban vesz részt: ammóniává, ammónium-ionná ionná redukálódik, illetve szerves anyagokhoz kötődik. A talajban lezajló átalakulások alapvetően a mikrobák tevékenysége révén mennek végbe. A talajon élő növények a nitrogén szervesen – nitrátok, nitritek – formájában veszik fel és építik be szervezetükbe, főként a növényi fehérjék felépítése révén.

A szervesen nitrogén-vegyületek élelmiszereinkbe alapvetően három úton kerülhetnek:

- természetes forrásból a növényvilágon keresztül – lásd az 1. ábrán;

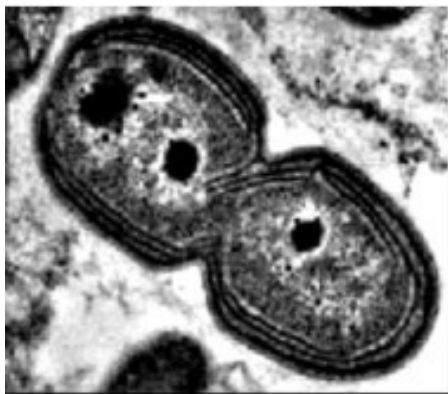
- mesterségesen, nitrogéntartalmú műtrágyák kijuttatása révén, szintén a növények közvetítésével;
- mesterségesen, élelmiszer-adalékok használata miatt, főként húsipari termékek és a különböző sajtok előállításánál;

A rossz higiéniai gyakorlat okozta mikrobiológiai veszély: kolbászmérgezés

A kolbászmérgezést egy talajlakó baktérium, a *Clostridium botulini* okozza, ha az elfogyasztott élelmiszerekkel az ember tápcsatornájába kerül. Kifejezett veszélyt főként a töltelékes húsipari termékekben illetve egyes, növényi konzervekben jelenthet. A tartósított élelmiszerkészítményben a baktérium elszaporodását az okozhatja, hogy az alapanyag az esetlegesen nem megfelelő higiéniajú gyártástechnológia során föld eredetű anyagokkal szennyeződik és a hőkezelés során nem volt kielégítő a hőpenetráció. A baktérium patogén hatását az általa termelt idegméreg hatású botulinum toxinnak a tápcsatornából való felszívódása váltja ki. A baktérium mikroszkópos képét és a botulin toxin szerkezetét a 1. ábra mutatja be.

A botulizmust - a toxin által okozott állapotot - ilyenformán leggyakrabban a nem megfelelően tartósított élelmiszerek okozzák, amelyeket anaerob módon, tehát levegőtől elzárva tárolnak (hús- és gyümölcskonzervek, kolbászféleségek).

A botulinum toxin (más néven botox vagy BTX) a *Clostridium botulinum* anaerob baktérium által termelt exotoxin, amely az idegrendszerben az ingerület-áttevődést zavarja meg, és így súlyos zavarokat, a mozgatórendszerben görcsöket okoz, amely a légző izmok bénulása miatt gyorsan halálhoz vezet. E toxin a ma ismert egyik leghatásosabb mérgeanyag, csupán 30 pg/ttkg már halált okoz. Egy 80 kg tömegű felnőtt ember 0,0024 mg botulinum toxin felvétele hatására életveszélyes életveszélyes mérgezést szenvedhet.



1. ábra: A *Clostridium botulini* baktérium mikroszkópos képe

A nitritek és nitrátok szerepe az húsparban

Az ember az elejtett, levágott állatok húsát ősidők óta elraktározta azért, hogy a nehezebb időkben, amikor nem lehet vadászni, illetve elfogy a friss étel, legyen elegendő asztalra való. Évszázadok óta ismert, hogy hús tovább eltartható, ha füst hatásának teszik ki, vagy szárítással, sózással csökkentik annak víztartalmát. Az utóbbi két eljárás valójában nem egyszerűen a víztartalmat, hanem a húsféleségekben a mikrobiológiai folyamatok számára rendelkezésre álló víz mennyiségét, vízakivitását csökkenti.

Ilyen eljárások alkalmazásával megoldódott a húsféleségek egész évre szóló biztosítása, a sonka, szalonna, később a kolbász mindennapos étellemmé válhattak. A hagyományos húskészítmények főként sertés- és marhahúsból származtak. Egyes források szerint az első „ősi” kolbászféleségeket a nomád népek készítették erősen sózott húsból. A sózásra utal a kolbász mai angol megnevezése is: sausage, amely feltehetően a latin salsus – sózott szóból ered. Az állatok bendőjébe töltött belsőségeket tűzön megfőzték. Innen származik a skótok nemzeti étele: a haggis. A görögök és a rómaiak tovább fejlesztették a kolbászkészítést, majd tőlük átvették a tudományt a németek, akik egyébként azt állítják, hogy ők készítették el az első kolbászt.

A pácolás a hústartósítás igen régi eljárása. A krónikák szerint a XIV. század közepén élt holland Beukels Mester volt a kiötlője. Lényege, hogy a korábbi, csupán sóval történő tartósítás helyett az alkalmazott konyhasót kevés nitráttal dúsítják. Illetve a korábbi időkben még nitráttal (KNO_3), más néven salétromsóval. 1900 körül jöttek rá ugyanis, hogy a nitrát csupán nitráttá (KNO_2) történő lebomlása után fejti ki antimikrobiális hatását. A nitrites, nitrátos pác-sók 1-2% nitrítés kb. 0,5% nitrát-tartalommal hatékony védelmet biztosítottak – főként – a kolbászféleségekben szaporodó anaerob baktrériumok – elsősorban – a hírhedt kolbászmérgezés kórokozója, a *Clostridium botulinum* ellen, mivel a pác-sók maguk sejtméregként is funkcionálnak. Toxikológiájukra a későbbiekben még visszatérünk.

Magát a kórokozót a régi időkben természetesen nem ismerték, hanem csak hatása volt tudott. Húspari készítményeink esetében a mai napig elkerülhetetlen a *Clostridium botulinum* elleni küzdelemben a nitrátos pácolás alkalmazása.

A hadjárat a kolbászmérgezés – szaknyelven – botulizmus ellen napjainkban is folyik.

Pácolás a húsparban nitrit- és nitrát-tartalmú anyagokkal

Napjaink közgazdasági nehézségei a kiskereskedelmet életben tartó vásárlói réteget is próbára teszik. Ennek okán az évek során tapasztalható mértékhez képest érezhetőbbé vált a fogyasztók érzékenysége, így a kereslet nőtt is az olcsóbb élelmiszerek és egyéb árucikkek után.

Erősödött a kisebb színhústartalmú és, ezáltal kedvezőbb áru, de lehetőség szerint változatlanul tűnő érzékszervi minőségű hústermékek iránti piaci kereslet. A jelenség az ipar számára egyfajta új „fejlesztési” igény kényszerét váltotta ki. Sajnálatos, hogy az új „fejlesztések” nem ritkán a fogyasztó megtévesztését is szolgálják.

A vevő továbbra is várja kedvező érzékszervi minőségű termékeket, aminek biztosítása főként a megfelelő adalékanyagok alkalmazásával, illetve a csomagolás tetszetősebbé tételével oldható meg. E folyamat – bárhonnanis közelítjük meg – silányabb minőségű termékek előállítására ösztönzi az élelmiszeripart. Lássunk néhány kiragadott példát, milyen adalékanyag-csoportokat használnak a fogyasztók látens kielégítésére:

- húshelyettesítő fehérjekészítmények (pl. szójafehérje);
- színezékek (pl. Monascus, Strax);
- antioxidánsok (pl. Na-eritorbát);
- pácanyagok (Nitritek, nitrátok).

A húсарány csökkenése alapvetően jelentős érzékszervi (íz, állag, illat, szín) változással járna. Az olcsóbb felvágottfélék, sonka készítmények hűtőpultban történő hűtőpulti tárolása során elsőként a kedvezőtlen színváltozások jelentkeznek. Ezt hivatottak kiküszöbölni a különleges fényt kibocsátó áruházi fényforrások, és természetesen bizonyos adalékanyagok.

Közvetlenül a vágás után az oxigénben gazdag izomszövetekben ideiglenesen élénk piros színű oximioglobinn keletkezik, amely a húspanban található redukáló enzimek lebomlásáig marad fenn. Miután megindul az oximioglobinn methemoglobinné történő bomlása, az a húspan barnulását, szürkülését okozza. Valamennyi húsféleséspan elkezdődik az izomszerkezet felbomlása és az izom vörös színanyagainak (mioglobinn, hemoglobinn) leépülése. A folyamat során nemcsak az érzékszervi tulajdonságok romlanak, hanem élelmiszerbiztonsági aggályok is felmerülnek. A bomló húspanban nem kívánatos mikrobiológiai átalakulások indulhatnak meg.

A nitrátok mikrobiológiai lebontásából származó nitritek erős oxidálószerke. Ezért a nitrátokat tartalmazó pác alkalmazása késlelteti az oximioglobinné bomlását, miközben a nitrátok nitritekké redukálódnak, így a nitrátos pácolás a húsipari termékek esetében előnyösen befolyásolja a készítmények optikai tulajdonságait. A pácolás alapanyaga a konyhasó (nátrium-klorid), amihez 1-2 % nátrium-, vagy kálium-nitrátot, vagy kb. 0,5 % nátrium-, kálium-nitritet kevernek. A pác-sóban a NaCl vízelvonó hatású, a nitrátok, nitritek pedig baktériumölő tulajdonsággal rendelkeznek.

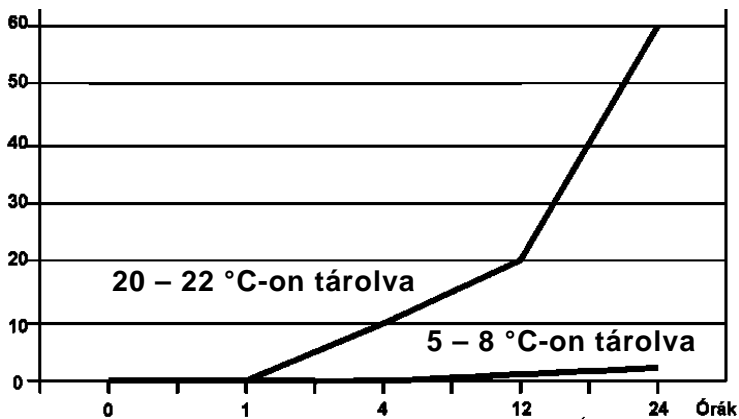
A húsipari termékekhez adagolható nitritek és nitrátok mennyiségét a Magyar Élelmiszerkönyv MÉ 1-2/95/2 számú előírása tartalmazza (4. kiadás 24. oldal). A hazai gyakorlatban megengedett értékek 50 és 300 mg/kg mennyiség közé esnek.

Elsősorban a technológia során felhasználható nitrát és nitrit mennyiségét szabályozzák, néhány kiemelt termék kivételével. Egyelőre megoldatlan kérdés, ahol nincs hatóságilag szabályozott maradékhatárérték, ott milyen módon szankcionálhatóak az élelmiszerek ellenőrzésénél mért, a felhasználható mennyiségnél nagyobb arányú maradék-érték?

A nitrátok- és nitritek a növényi eredetű élelmiszerekben

A növények nitrát-tartalma lényegében a talajból felvett szervesanyagokból származik. Amíg az ivóvizekbe kerülő nitrátok mikrobiológiai úton nitritekké redukálódhatnak, addig a növényekben előforduló, ún. nitróz-inhibitorok megakadályozzák e folyamatot. Ez azt jelenti, hogy a növényi élelmiszerek nitrát-tartalma változatlanul juthat be a belőlük készített élelmiszereket és/vagy takarmányokat elfogyasztó ember, vagy állatok tápcsatornájába. Ugyanakkor az egyes növényi készítmények nitrit-tartalma a tárolási körülményektől függően – főként magasabb hőmérséklet hatására – számottevően emelkedhet (2. ábra).

A 2. ábrán a Corvinus Egyetemen elvégzett kísérletek eredményei közül mutatunk be egyet. A diagram jól szemlélteti, hogy a sárgarépból készített répalé nitrát-tartalma milyen mértékben redukálódik nitritté akkor, ha a terméket szobahőmérsékleten tartják. A kísérlet eredménye bizonyítja, hogy mennyire fontos az élelmiszerek és alapanyagaik tárolási körülményeinek szigorú ellenőrzése. Amíg a hűtött tárolás során alig volt mérhető a kísérleti anyag nitrát-tartalmának növekedése, addig szobahőmérsékleten tartva a mintákat, 24 órán belül 60 mg/kg nitrit-koncentrációt mutattak ki a szerzők. Az 1. táblázat néhány zöldségféle nitrát-tartalmát mutatja be.



2. ábra: Répalé nitrittartalmának változása (mg/kg)

1. táblázat: Néhány zöldségféle nitrát-tartalma
(Stégerné és munkatársai, 2007)

NO ₃ mg/kg	Zöldségféle
0 – 200	Spárga, Burgonya, Kelbimbó, Zöldborsó, Paprika, Paradicsom
200 – 500	Vöröshagyma, Uborka, Brokkoli, Karfiol
500 – 1000	Sárgarépa, Kelkáposzta, Fejeskáposzta, Vöröskáposzta
1000 – 2000	Zeller, Petrezselyem, Karalábé
2000 – 2500	Salátafélék, Paraj, Cékla, Retek

A táblázat tanúsága szerint a salátafélék és a gyökérezöldségek tartalmazzák a legtöbb nitrátot. Ismét szembesülnünk kell azzal az ételbiztonsági – funkcionális étel ellentéttel, hogy az egyes, kifejezetten előnyös élettani hatásokat hordozó növényi termékek – mint pl. a cékla – egyúttal az egyik legnagyobb nitrát-forrásként is szerepel étrendünkben. Nehéz eldönteni, hogy példánkban a cékla rendszeres fogyasztása „egészséges” étkezési szokás-e, vagy annak éppen ellenkezője-e?

A növényi eredetű élelmiszerekben megengedhető nitrát-szinteket a 1881/2006 EK rendelet (az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról) mellékletének 1. szakasza alapján a 2. táblázatban foglaltuk össze. A rendelet csak paraj és salátafélékre tartalmaz előírásokat.

2. táblázat: Az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékei⁽¹⁾

Élelmiszerek⁽¹⁾	Felső határértékek (mg NO₃/kg)	
1.1. Friss paraj (<i>Spinacia oleracea</i>) ⁽²⁾	Október 1. és március 31. között betakarított;	3 000
	Április 1. és szeptember 30. között betakarított;	2 500
1.2. Tartósított, mélyfagyasztott, vagy fagyasztott paraj		2 000
1.3. Friss fejes saláta (<i>Lactuca sativa</i> L.) (melegházi és szabadföldi saláta), kivéve az 1.4. pontban felsorolt fejes salátát)	Október 1. és március 31. között betakarított melegházi fejes saláta;	4 500
	Szabadföldi fejes saláta;	4 000
	Április 1. és szeptember 30. között betakarított melegházi fejes saláta;	3 500
	Szabadföldi fejes saláta;	2 500
1.4. Fodros fejes saláta	Melegházi fejes saláta;	2 500
	Szabadföldi fejes saláta;	2 000
1.5. Csecsemők és kisgyermekek számára készült gabonaalapú élelmiszerek és bébiételek ^{(3),(4)}		200

⁽¹⁾ A gyümölcsök, zöldségek és gabonafélék tekintetében hivatkozás történik a legutóbb a 178/2006/EK rendelettel (HL L 29., 2006.2.2., 3. o.) módosított, a növényi és állati eredetű élelmiszerekben és takarmányokban, illetve azok felületén található megengedett növényvédőszer-maradékok határértékéről, valamint a 91/414/EGK tanácsi irányelv módosításáról szóló, 2005. február 23-i 396/2005/EK európai parlamenti és tanácsi rendeletben (HL L 70., 2005.3.16., 1. o.) meghatározott vonatkozó kategóriában felsorolt élelmiszerekre. Ez többek között azt jelenti, hogy a hajdina (*Fagopyrum* spp.) a „gabonafélék”, a hajdinából készült termékek pedig a „gabonakészítmények” közé tartoznak.

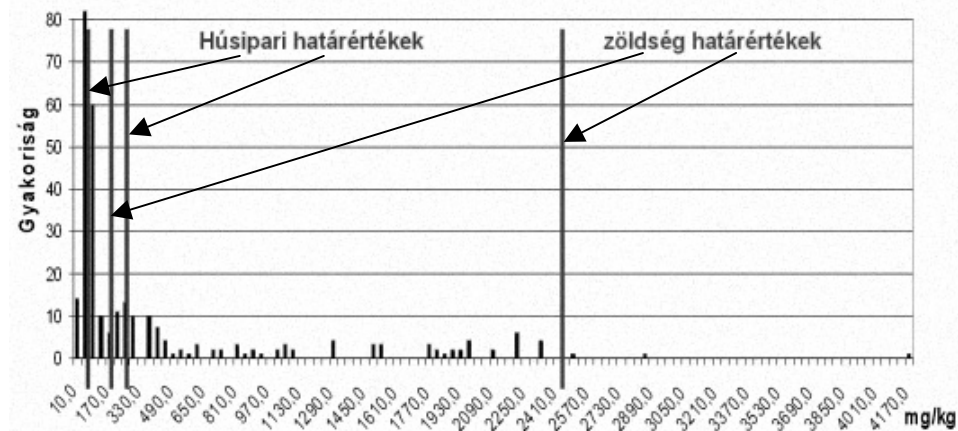
⁽²⁾ A legmagasabb határértékek nem vonatkoznak a feldolgozásra szánt, a szántóföldről közvetlenül a feldolgozó üzembe ömlesztve szállított friss parajra.

⁽³⁾ A legutóbb a 2003/13/EK irányelvvel (HL L 41., 2003.2.14., 33. o.) módosított, csecsemők és kisgyermekek számára készült feldolgozott gabonaalapú élelmiszerekről és bébiételekről szóló, 1996. február 16-i 96/5/EK bizottsági irányelvben (HL L 49., 1996.2.28., 17. o.) meghatározottak szerint e kategóriában felsorolt élelmiszerek.

⁽⁴⁾ A felső határérték a fogyasztásra kész állapotban forgalmazott, vagy a gyártó utasításai szerint a fogyasztásra elkészített termékekre vonatkozik.

Az egyes tagállamokban az éghajlati körülmények miatt nehéz biztosítani, hogy friss fejes saláta és friss paraj vonatkozásában a felső határértékek túllépésére ne kerüljön sor. E tagállamok számára az EU Bizottsága átmeneti időszakra lehetővé teszi, hogy engedélyezzék a területükön termesztett és ottani fogyasztásra szánt olyan friss fejes saláta és friss paraj forgalomba hozatalát, amelynek nitrát-tartalma meghaladja a felső határértéket. Az olyan tagállamok területén működő fejessaláta- és parajtermelőknél, amelyek megadták a fent említett engedélyt, fokozatosan át kell alakítaniuk művelési módszereiket a nemzeti szinten ajánlott helyes mezőgazdasági gyakorlat alkalmazása útján.

A 3. ábrán a WESSLING Hungary Kft. Élelmiszerbiztonsági Üzletága Élelmiszeranalitikai Laboratóriumában 2007-ban HPLC technikával mért nitrát-értékek összefoglaló hisztogramját mutatom be. A hisztogramon a függőleges zöld vonalak a növényi, a függőleges piros vonalak pedig az állati eredetű élelmiszerekre vonatkozó határértékeket jelöli.



3. ábra: Élelmiszerek nitrát-tartalmának összesített hisztogramja (WESSLING Hungary Kft., 2007.)

A 3. ábra alapján elmondható, hogy a független szervezetként működő laboratóriumba vizsgálatra bevitt élelmiszerminták túlnyomó többsége az egyes élelmiszercsoportokra vonatkozó határértékek alatt volt, noha a vizsgált 469 db minta 76,9%-a tartalmazott kimutatható mennyiségű nitrátot. A minták között 107 db húsipari és 362 db növényi alapú termék volt. A húsipari termékeknél 14,9% esetében találtunk >300 mg/kg értéket. A növényi termékeknél 7,7% volt a >2000 mg/kg értéket adó eredmény.

Méregtani összefüggések – endogén nitrózamin-képződés

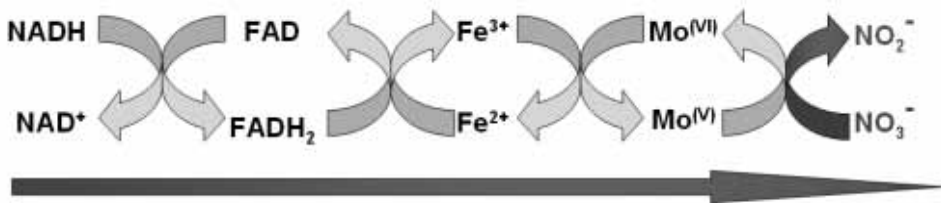
A nitrátok önmagukban nem jelentenének közvetlen veszélyforrást az emberre nézve. A növények növekedéséhez nélkülözhetetlen, fő nitrogénforrást jelentik, amelyek a növényi fehérje felépítésében, illetve a táplálékláncon keresztül az állati fehérjék szintézisében játszanak fontos szerepet.

A nitrátok szervezetre gyakorolt káros hatása a nitritté való lebontásából illetve elsősorban nitrózaminokká történő átalakításából származik, mely az ételek elkészítése, a bélrendszerben való emésztés, illetve a tárolás (nitrátban gazdag ételek, pl. spenót vagy répa, szobahőfokon) során megy végbe.

Égészséges ember tápcsatornájából a NO_3^- jelentős része kiürül, de a megmaradó mennyiségből keletkező nitritek révén előálló, 10% hemoglobin-vesztés felnötnél is methemoglobinémiát okozhat. Erre később még visszatérünk. Az endogén nitrózaminok keletkezésének feltételei már a szájban megvannak. A nyál baktériumai az ételek nitrát-tartalmát nitritté redukálják, majd a gyomor savas közegében lejátszódik az aminok nitrózó-vegyületekké való alakulása. A reakcióhoz szükséges aminok pedig szinte mindig kísérik a fehérjéket. A nitritek ugyanakkor rendkívül mérgező vegyületek. Az élő szervezetekben nitrózaminokká alakulva az örökítő anyag szerkezetét károsítják, ez az oka rákkeltő tulajdonságuknak, és annak is, hogy a pácolás a színmegtartáson túl, hatékony védelmet nyújt a húsféleségek megromlása ellen.

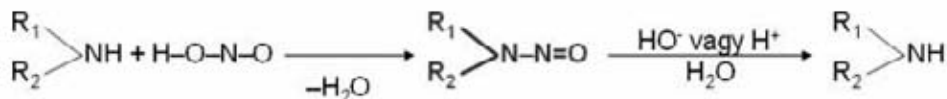
A nitritek heveny mérgezésnél – melegvérűek esetében – a mioglobinhoz, vagy hemoglobinhoz kötődve methemoglobinémiát okozva gátolják a vér oxigén-szállítását és az izomrendszer oxigén-ellátását. A methemoglobinémia úgy alakul ki, hogy a hemoglobin molekula porfirin-vázáshoz ligandumként illeszkedő két vegyértékű vas a nitrózaminok oxidáló hatására három vegyértékűvé válik és nem lesz képes az oxigénatom megkötésére. A három vegyértékű vasat tartalmazó szerkezetet nevezzük methemoglobinnak.

A nitrát redukciójának folyamatát a *Neurospora crassa*-ban tanulmányozták. A nitrátreduktáz enzimrendszerben a felvett elektron útja a FADH-tól (flavin-adenin- dinukleotid-hidrát) a végső, kb. 1000 dalton tömegű, molibdént tartalmazó kofaktorig tart. Ezt a folyamatot mutatja be az 4. ábra.



4. ábra: A nitrát reduktáz rendszer sematikus ábrája és folyamatai

A szekunder-aminok (esetenként primer és tercier aminok is) a nitritekkel stabilis N-nitroso-származékot adnak (5. ábra):



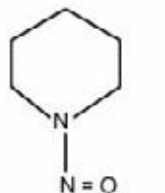
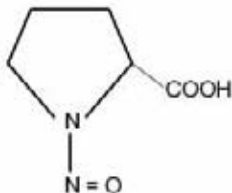
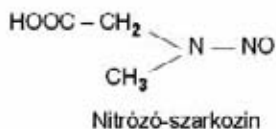
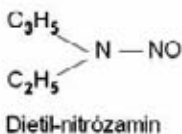
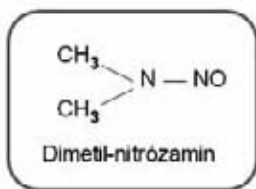
5. ábra: Nitrózó-amonok kialakulása nitritek és aminok reakciójával

Az R1 és R2 csoportok helyén akár alifás, akár aromás csoportok is állhatnak. A képződött nitrozaminok híg savval vagy lúggal elbomlanak és visszanyerhető belőlük az eredeti szekunder amin.

Nitrózamin prolinból is keletkezhet: a nitróz-prolin magas hőmérsékleten történő dekarboxileződésekor nitrózó-pirrolidin képződhet. Ez az oka annak, hogy a barbecue partikon nyílt tűzön (6. ábra) sültt húsfélésegekben várhatóan nagyobb mennyiségben keletkezhetnek nitrózó-aminok az égéstermékek által hordozott különböző káros anyagokon, pl. a poliaromás szénhidrogének kivül is. A 7. ábrán a nitrózamin csoportba tartozó vegyületek közül a hat leggyakoribb molekulát mutatjuk be. Közülük a kerettel kiemelt dimetil-nitrózamin tekinthető a legmérgezőbbnek.



6. ábra: Nitrózó-aminok a hús sütésekor is keletkezhetnek



7. ábra: Néhány nitrózamin molekula szerkezete

A nitrózaminok erős mérgek, már kis koncentrációban is rákkeltőek. A Joint FAO/WHO Expert Committee On Food Additives (JECFA) a nitrózaminok toxicitását közvetve a nitrátok és nitritek mérgezőségén keresztül azok halálos dózisában adta meg:

$$\text{NO}_3^- = 0 - 3,7 \text{ mg/ttkg, halálos dózis: } 8 - 15 \text{ g}$$

$$\text{NO}_2^- = 0 - 0,07 \text{ mg/ttkg, halálos dózis: } 0,18 - 2,5 \text{ g}$$

Ezért célszerű az emberi szervezet exogén és endogén nitrózamin-terhelését – lehetőség szerint – alacsony szinten tartani.

Az emberi szervezetbe kerülő nitrózaminok

A nitrózaminok bizonyos élelmiszereink átalakulási termékei közé is sorolhatóak, hiszen főként az élelmiszerek előállítása során keletkeznek valamilyen módon. Elsősorban a nitrát-nitrit sókkal kezelt, pácolt, füstölt és erőteljesen hőkezelt fehérjetartalmú élelmiszerekben várható nagyobb nitrózamin-koncentráció. A jelenléti arány $\mu\text{g/kg}$ nagyságrendű is lehet. Antioxidánsok (pl. aszkorbinsav, tokoferolok, flavonoidok) jelenlétében kevesebb nitrózamin vegyület keletkezik. A 8. ábrán néhány, a nitrózaminok szempontjából exponált élelmiszercsoport képviselőjét mutatjuk be.

Az egyik legrégebbi élelmiszertartósítási módszer a füstölés, amely a paraszti háztartás szóáshoz kapcsolódó uralkodó eljárása.

Barabás Jenő és Szendrey Ákos a következőket írják: „Disznóölés után majdnem az egész húst és a tartós töltelékeket füstölik, az Alföld kivételével következetesen a szalonnát is. A marha-, a juhhús, a

szamárhús, a liba konzerválása nálunk ritka, füstölése a disznóhús módján történik. Tiszai kishalászok saját maguknak olykor 5–6 kilós halakat is füstöltek. Parasztháztartásban gyakori volt a túró, de itt és a pásztoroknál egyaránt ritkább a sajt füstölése. A hús helye a hagyományos tüzelőberendezésű parasztházakban a füstjárta padlás, illetve a szabad kémény. Régebben mindenfelé használatosak voltak léckeretes, vesszőfonatos füstölthús-tartók, amelyek a húst a padláson a macskáktól védték”.



Pácolt sültt húsok



Füstölt sajtok



Füstölt halak



Füstgázos maláta/sör



N-dús dohány/cigaretta



Gabonapálinka: Whisky

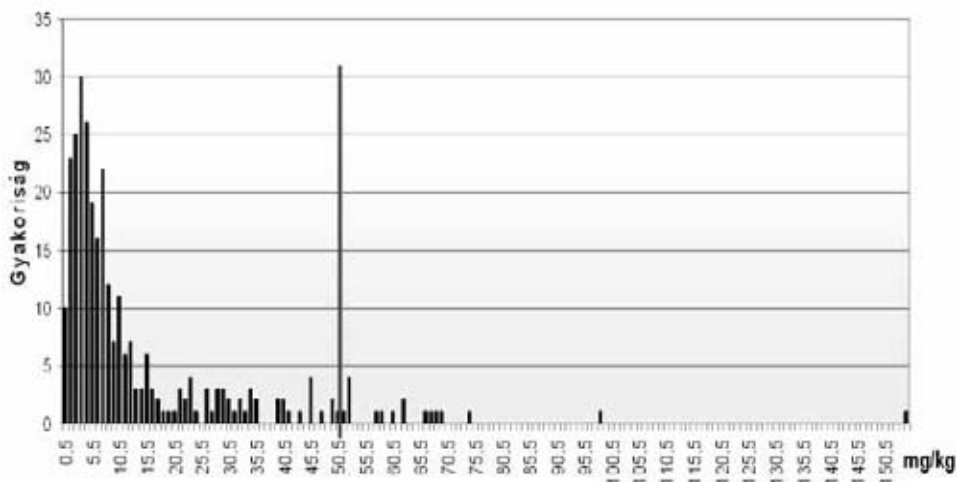
8. ábra: Exogén nitrózamin bevitelért felelőssé tehető élelmiszercsoportok

A fenti néprajzi idézetből is kitűnik, hogy eleink feltehetően nagy dózisokban tették ki szervezetüket a pácolásból és füstölésből származó káros vegyületeknek.

Napjainkban a helyzet valószínűleg ennél sokkal kedvezőbb. A 9. ábrán több száz élelmiszerminta eredményeit magában foglaló hisztogram formájában mutatom be. Az adatok a WESSLING Hungary kft. már említett laboratóriumának 2007-2008. évi eredményei.

A 9. ábrán a piros függőleges vonal a leggyakoribb, 50 mg/kg-os nitrit-határértéket jelöli. A függőleges bal oldalán álló valamennyi minta megfelelt a vonatkozó előírásoknak, ugyanakkor a minták 94,6%-ánál

volt mérhető valamilyen nitrát-koncentráció a mindenkori kimutatási határok felett. A kifogásolható tételek aránya: 8,7% volt.



9. ábra: A WESSLING Hungary Kft. nitrit-mérési eredményeinek hisztogramja 2007/2008-ból

Köszönetnyilvánítás:

Köszönetemet fejezem ki a WESSLING Hungary Kft. Élelmiszerbiztonsági Üzletága Élelmiszervizsgáló Laboratóriuma munkatársainak a laboratóriumba érkező minták lelkiismeretes vizsgálatáért és a vizsgálati eredmények rendszerezéséért, valamint Dr. Sohár Pálnénak hasznos tanácsaiért és szakmai támogatásáért.

Hivatkozások:

http://www.hhrf.org/vasarnap/V9819/_020.htm (2009.10.20.) – pácolás, Beukels mester

http://www.csapi.hu/parts/main.php?myPage=14&ID=540#Scene_1 (2009.10.20) – pácolás, kolbász, sausage

Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-95/2 számú előírás (4. kiadás) Az élelmiszerekben használható adalékanyagok, az édesítőszeres és a színezékek kivételével

Élelmiszerek egészségügyi biztonsága (4) -

<http://agrinet.gportal.hu/gindex.php?pg=173415&nid=41211> (2009.10.21) – nitróz inhibitorok

Stégerne Máté Mónika, Barta József, Horváth Dénesné, Ivanics Judit (2007):

Zöldségfélék nitrit-, nitrát tartalma és azok feldolgozás alatti változásai. A táplálkozástudomány iskolája. Interdiszciplináris Konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából. 2007. november 23. Budapest, Európa Kongresszusi Központ.

17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről

1881/2006 EK rendelet az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról.

P., A., Ketchum, D., D., Zeeb, and M., S., Owens: Regulation of the *Neurospora crassa* assimilatory nitrate reductase. *J Bacteriol.* 1977 September; 131(3): 884–890.

Gombkötő G., Sajgó M.: Nitrát-ammónia átalakulás: nitrifikálás és nitrátredukció. In: *Biokémia, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1985. pp. 333-334*

Szendrey Ákos: Füstölés a magyar néphitben (*Ethnográfia, 1935.*
<http://mek.oszk.hu/02100/02115/html/2-533.html>)

Barabás Jenő: Adatok a népi húskonzerváláshoz. *Ethnográfia, LXX. 439–440. 1959*

Dr. Sohár Pálné személyes közlései

Nitrát- és nitrit-vegyületek jelentősége az élelmiszerekben

Összefoglalás

E dolgozatban néhány, fontosnak ítélt adatot foglaltam össze vázlatosan és ismeretet élelmiszereink nitrit- és nitrát-tartalmáról és azok toxikológiai jellemzőiről. A nitrát-redukció révén keletkező nitritek és a nitritek aminokkal lezajló reakciójából keletkező termékek – a nitrózaminok – élelmiszerbiztonsági jelentőségét is érintettük. Rámutattunk, hogy a jelenleg rendelkezésre álló szakirodalmi források szerint élelmiszerbiztonsági szempontból nem a nitrátok, hanem a belőlük a metabolizmus útján képződő, fentebb említett termékek az aggályosak.

Beszéltünk arról is, hogy az emberi szervezetbe nemcsak endogén, hanem exogén eredetű nitrózaminok is bejutnak, főként a füstöléssel kezelt élelmiszerek révén.

Bemutattam néhány, 2007-ből származó, az élelmiszereket előállító és forgalmazó szervezetek által önkéntesen elvégeztetett magán laboratóriumi vizsgálati eredményt is. A laboratóriumi eredmények tanúsága szerint a vizsgált különböző élelmiszercsoportnál a nitrátok kb. 76%, a nitritek közel 95%-ban voltak kimutathatóak. Az élelmiszerek típusa és a vonatkozó részletes rendeleti előírások alapján a kifogásolható minták aránya csak 7,7 és 15% között ingadozott. A nitrátokra vonatkozó vizsgálati eredmények átfogó értékelésénél, húsipari termékeknél itt önkényesen a >300, növényi élelmiszereknél a >2000 mg/kg mennyiségeket vettük alapul, ezért a fenti százalékos adatok csak tájékoztató jellegűeknek tekinthetők.

A rendelkezésre álló irodalmi források alapján becsülve jelenlegi táplálkozási szokásaink szerint a napi bevétel élelmiszerekkel 0,1 – 1,0 μg nitrózamin, ami nem jelent közvetlen veszélyt, de nem árt csökkenteni a bevétel arányát:

- Húsfeldolgozásnál a nitrit- és nitrát-adagolást korlátozni kell, de a botulizmus veszélye miatt egyelőre nem hagyhatók el;
- Antioxidáns hatású adalékok használatával csökkenthető a nitrózaminok kártékony hatása (aszorbinsav, tokoferolok, kén-dioxid);
- A zöldségfélék nitrát-tartalmának mérséklése a műtrágyázás szabályozásával;

Nitrate and Nitrite Compounds in several Food Products

Abstract

The nitrogen in the atmosphere goes into the soil via several physical and chemical processes where take place different other chemical reactions.

The anorganic nitrogen compounds get into the foodstuffs basically via three ways:

1. From naturally sources, from the consumable plants;
2. Artificially, by the fertilisation with nitrogen-containing compounds, certainly transferring by the plants;
3. Artificially, using nitrogen containing, mainly by the meat industrial products and several cheeses;

It is well known for long time ago, if the meat is exposed by wood smoke, or it is salted, or dried decreasing its water content, the storage life of product could be elongated. The last two methods decrease not only the physical water content, but reduce the water activity available for the microbiological processes. Using these conservation methods, the bacon, and later the sausage become day-by-day foodstuffs. The English name of “sausage” means several salting technique from the Latin “salus – salted” word. Using the curing may be to keep down the dangerous bacteria *Clostridium botulinum* effectively, which is the causative agent of so called “sausage poisoning”.

The method of curing is an old treatment. The curing salt mixes containing 1-2% nitrite and 0,5% nitrate, have delivered effective protection – mainly in the case of sausages – against the anaerobic

bacteria, namely the *Clostridium botulini*, while the curing salt mixes themselves functioned as a cyto-poisoning agents.

The nitrites which are the microbiological metabolites of nitrates, are strong oxidative agents. So the usage of nitrate containing curing media delays the disintegration of oxy-haemoglobin, while the reduction of nitrates to nitrite. Accordingly the nitrate curing in the case of meat industrial products give an advantageous influence to the optical character of them. The basic material of the curing mix is the kitchen salt (sodium chloride), which is mixed with 1-2% sodium or potassium nitrate, or 0,5% sodium or potassium nitrite. In the curing salt mix the NaCl is the water distraction agent, the nitrates and nitrites have bacteria killing capability. The legal amount of these compounds, are limited as the predictions of Hungarian Codex Alimentarius (MÉ 1-2/95/2). In the Hungarian practice the legal limits are between the 50 and 300 mg/kg depending on the type of the product.

The nitrates itself do not mean as a danger source for the human. Their harmful effect comes from the metabolism to nitrites and to nitrosamines. These processes take place during the making of dishes, under storage, or at the digestion of the foods in the intestine system. The majority of the amount of NO_3^- depletes from the gut of healthy human, but the arising nitrite coming from the remaining part of nitrate compounds may cause approx 10% loss of haemoglobin causing methemoglobinemia. The figure 4th shows the reduction process of nitrates.

The secondary amines (sometimes the primer and tertiary amines too) with the nitrites gives stabile N-nitroso-derivative (Figure 5th). Between them the dimethyl-nitrosamine is considerable to the most poisoning compound.

The nitrosamines are strong poisons, they are carcinogens, already at less concentrations too. The lethal dose of nitrosamines by the data of Joint FAO/WHO Expert Committee On Food Additives (JECFA) in indirect way of nitrates and nitrites are the next:

$\text{NO}_3^- = 0 - 3,7 \text{ mg/bwkg}$, lethal dose: 8 – 15 g/person

$\text{NO}_2^- = 0 - 0,07 \text{ mg/bwkg}$, lethal dose: 0,18 – 2,5 g/person

Into the human organism may get into not only endogen but external origin nitrosamines too, mainly by the fumigated food stuffs. That is the reason why it is advised, to avoid the human organism from the loading of endogen and external nitrosamine, if it is possible. In the paper the nitrite and nitrate levels of several samples were illustrated analysed by the laboratories of WESSLING Hungary Ltd Budapest.