

## Hazai zöldségfélék és bébiételek nitrát és nitrit tartalmának vizsgálata\*

DOMOKI JÁNOS és SOHÁR JUDIT

(Technikai munkatárs: Algöver Jenőné)

Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet, Budapest

Érkezett: 1976. szeptember 18.

A modern mezőgazdasági gyakorlatban elterjedten és nagy mennyiségben alkalmazott nitrogén-műtrágyák közvetítésével, továbbá a szennyvizek útján évről-évre nő a környezetbe és ennek folytán az emberi táplálékba kerülő nitrátok és nitritek mennyisége. Ennek következtében a 60-as évek óta több olyan, főleg csecsemő- és kisgyermekkorban bekövetkezett mérgezésről számoltak be az irodalomban, amelyeket a fogyasztott *élelmiszerek* nagy nitrát- illetve nitrit-tartalma okozott (1, 6, 15, 24, 25, 26, 27).

A *nitrátok* önmagukban ugyan gyakorlatilag nem toxikusak, halálos adagjuk felnőtt emberre 8–15 gramm körül van, de helytelen tárolás és feldolgozás következtében az élelmiszerekben, továbbá bizonyos körülmények között magában a szervezetben erősen mérgező nitritekké alakulhatnak. Ha a nitrátok normális gyors kiválasztódása előtt jelentősebb mértékű redukció megy végbe az emésztőrendszerben, mérgezés következhet be. Ez 6 hónapnál fiatalabb kisgyermekeknél fordul elő leggyakrabban, különösen hasmenéses megbetegedések esetén.

A FAO/WHO illetékes szakértő bizottsága a rendelkezésére álló toxikológiai adatok alapján az egészségártalom veszélye nélkül huzamos időn át megengedhető napi felvételt (ADI-t) 0–0,5 mg/testsúly kg  $\text{NaNO}_3$ -ban állapította meg azzal a megjegyzéssel, hogy a csecsemők és beteg (dispepsiás) kisgyermek nagy érzékenysége miatt, a 6 hónaposnál fiatalabb csecsemők számára *nem lehet* megengedhető (tehát biztosan ártalmatlan) nitrát felvételt megadni (29).

A *nitritek* igen erős mérgek. Az emésztőrendszerből való felszívódást követően a vér hemoglobinjával methemoglobint képeznek, amely nem képes az oxigén szállítására. A mérgezés elsősorban a testvégződéseken megfigyelhető szürkés-kék elszíneződésben, emelkedett pulzusszámban jelentkezik, gyengeség-érzet, fáradékonyság, később fejfájás, hányás, hasmenés, légszomj és szédülés

\* Már az 1960-as évek elejétől kezdve az élelmezéstudomány (élelmezés-egészségügy) figyelme fokozottabban irányult a főzelékfélék és egyéb zöldség-növények nitrát tartalmára, amelyből feldolgozás, tárolás során, illetve a fogyasztó emésztőrendszerében nitrit képződhet és egészségügyi károsodást okozhat. Később, főleg a húskészítményekben a nitrit és nitrát pácások alkalmazásával kapcsolatban az ezek mellett fellépő, rákkeltő hatású nitróz-aminok is, mint potenciális egészségkárosítást okozó anyagok a kutatások keresztüztübe kerültek. Lapunkhoz is több ilyen jellegű dolgozat érkezett, amelyeket — éppen fontosságuk miatt — igyekszünk közölni. Jelen számunkban két egymást kiegészítő cikknek adunk helyet, amely cikkek elsősorban a gyermekek által is gyakran fogyasztott főzelékfélék nitrit és nitrát tartalmának problémáival foglalkoznak. (335 old. és 346 old.).

(Szerk.)

lép fel, majd súlyosabb esetekben eszméletvesztés és görcsroham után bekövetkezik a halál (14).

A nitritmérgezés súlyossága a képződött methemoglobin mennyiségétől és a szervezet hemoglobin-reduktáz enzimrendszerének aktivitásától függ. Ez az enzim képes ugyanis a methemoglobint hemoglobinná visszaalakítani. A csecsemők nitritekkel szembeni fokozott érzékenységének egyik oka éppen a hemoglobin-reduktáz enzimrendszer hiányából, illetve a foetalis (magzati) hemoglobin nagyobb reakcióképességéből adódik.

Nitritekkel kapcsolatosan több mérgezést írtak le, amelyek alapján jó közelítéssel meg lehetett határozni az emberre halálos orális dózist. Ez a WHO adatai szerint 0,18–2,5 gramm. Az alsó határ gyermekekre és idős emberekre vonatkozik (29).

Az egészségártalom veszélye nélkül megengedhető napi felvételt a toxikológiai adatok alapján 0–0,2 mg/testsúly kg  $\text{NaNO}_2$ -nek becsülték (30). Az ADI érték magától értetődően az élelmiszerek ún. természetes tartalmából és az adalékanyagokból adódó teljes nitrát ill. nitrit mennyiségeket jelenti. (Itt jegyezzük meg, hogy a pácolt húskészítmények viszonylag nagyobb nitrát ill. nitrit tartalmuk ellenére általában csak kisebb részét adják a teljes napi felvételnek, tekintettel arra, hogy az átlag fogyasztó – és különösen a kisgyermek – csak kisebb mennyiségben és csak időnként fogyaszt ilyen élelmiszereket).

Az élelmiszerek „természetes” nitrát és nitrit tartalmára vonatkozóan meglehetősen kevés elfogadható adat áll rendelkezésre világszerte, amit az is bizonyít, hogy a FAO/WHO Élelmiszeralék Szakértő Bizottsága a témakörrel kapcsolatos jövőbeni feladatok között elsőként jelölte meg a növényi eredetű élelmiszernyersanyagok nitrit-szintjének felmérését (29).

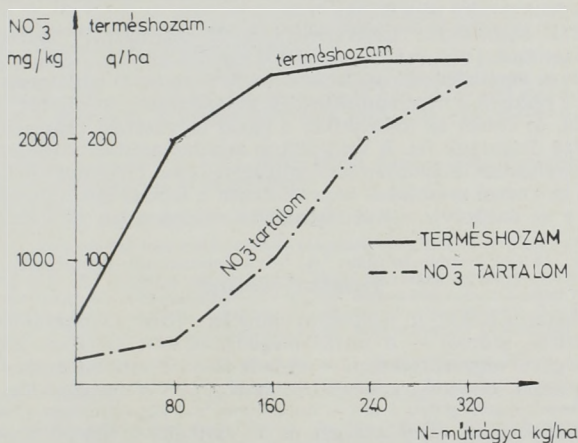
Az élelmiszerekben levő nitritek és nitrátok a közvetlen mérgező hatáson túlmenően potenciális egészségkárosító hatás hordozói is, mivel az élelmiszerekben jelenlevő különféle másodrendű aminokkal, egyes aminosavakkal (különösen az argininnel és a prolinnal) nitrózaminokat adhatnak, amelyek túlnyomó többségükben rákkeltő hatású vegyületek.

Köztudott, hogy az élő szövetek, különösképpen a növényi eredetűek mindig tartalmaznak kis mennyiségben nitrátokat és nitriteket. A nitrátok jelentős szerepet töltenek be a növényi anyagcserében, számos fiziológiás folyamatban nélkülözhetetlenek. A növényi szövetek nitrát tartalmát több tényező, így a talaj ásványi anyagainak aránya, a vízellátás, egyes gyomirtók alkalmazása, továbbá a N-műtrágyázás mértéke befolyásolja. A növények természetes nitrit-tartalma a rendelkezésre álló irodalmi adatok szerint igen alacsony. A nitrát-tartalmak ennél általában lényegesen magasabbak. Bizonyos külső körülmények hatására ugyanis egyes növényfajok jelentős mennyiségű nitrátot halmoznak fel szövetekben, amely sokszorosan meghaladja a növény anyagcsere folyamataiban nélkülözhetetlen szinteket. Különösen kitűnik nagy nitrát-kumuláló képességével a spenót, a saláta, a káposzta, a sárgarépa, a zeller, a retek, a cékla és a karfiol. Értethető tehát, hogy a legtöbb irodalmi adat ezeknek a zöldségféléknek a nitrát-tartalmára vonatkozik (4, 8, 10, 11, 12, 16, 19, 21, 22, 23, 31).

A *műtrágyázás hatását* a különböző növények nitrát- és nitrit-tartalmának alakulására több szerző tanulmányozta (12, 18, 21). Ezek a vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a zöldségfélékben a nitrát-tartalom együtt növekszik a felhasznált N-műtrágya mennyiségével, a nitrit-szint azonban gyakorlatilag változatlan marad. Emellett azt is kimutatták, hogy a műtrágya felhasználás fokozásával a termés hozam csak bizonyos határig növelhető számottevően, azon túl már nem (lásd 1. ábra). A N-műtrágyák túlzott alkalmazása tehát nemcsak élelmiszerégségügyi szempontból kifogásolható a természetből növények nitrát-szintjének megemelkedése miatt, hanem gazdasági okokból is indokolatlan és felesleges. Néhány országban ennek a felismerésnek az eredményeképpen, egyes

nitrát-kumulációra különösen hajlamos zöldségfélére maximálták a hektáronként felhasználható műtrágya mennyiségét.

A zöldség- és főzelékfélék nitrát- és nitrit-tartalmának a *tárolás, mélyhűtés és konzervkészítés közbeni* alakulásáról közölt vizsgálatok (5, 9, 12, 16, 17, 23) eredményei ezzel szemben azt mutatták, hogy ezeknek a folyamatoknak a során a zöldségfélék nitrit-tartalmának növekedésével kell számolni. Ez a nitrit szaporulat nem megfelelő tárolás, vagy helytelen gyártástechnológia alkalmazása esetén különösen jelentős lehet (2, 17).



1. ábra

A hazai növényi élelmiszerek nitrát és nitrit szintjéről csak nagyon kevés adatot találunk az irodalomban és ezek is főként a parajra vonatkoznak. Intézetünkben *Lindner K.* szorgalmazására már 1965 elején történtek vizsgálatok nyers spenót és Mirelit parajkrém minták nitrát és nitrit-tartalmának meghatározására, de nagyobb felmérésre és az eredmények közlésére akkor nem került sor (3). Később *Marton A.* és *Jánosyné* (13) 40 Mirelit parajkrém mikrobiológiai és kémiai vizsgálata alapján azt a következtetést vonta le, hogy a talált nitritszintek mellett methemoglobinémia veszélyével nem kell számolni.

*Pauerné és Szabóné* 1973-ban ugyancsak a spenót hűtőipari feldolgozása kapcsán végzett többek között nitrit és nitrát meghatározásokat (16). Megállapították, hogy a Mirelit parajkrém gyártása folyamán elháríthatatlanul jelentkezik minimális nitrátszint emelkedés. Az alkalmazott gyártástechnológia – beleértve a nyersanyag tárolási körülményeit is – azonban lényegesen befolyásolja a késztermék nitrit-tartalmát. Míg az egyik üzemben a nitrit szint a gyorsfagyasztott parajkrémekben a kiindulási nyersanyaghoz képest csak 1,24-szeresére emelkedett a gyártás folyamán, a másik üzemben ez a változás 4-szeres, ill. 13-szoros volt. A nagyobb mértékű nitrátszennyeződés a parajkrémekben tehát mindig tárolási hibát vagy technológiai problémát jelez.

A paraj mellett egyéb hazai zöldség- és főzelékfélék nitrát tartalmának gyors meghatározására és feldolgozás közbeni változásainak megállapítására terjednek ki *Kádas* vizsgálatai (8,9,10);

Poszár hónapos retekkel kapcsolatosan közölt adatai szintén csak nitrát-tartalmakra vonatkoznak és a helyes műtrágyázás alkalmazásának szükségességére hívják fel a figyelmet (18).

### Saját vizsgálatok

Jelen dolgozatban azokról a vizsgálatokról számolunk be, amelyeket az egyes hazai élelmiszerek nitrát/nitrit ill. nitrozamin szintjének megismerésére több évre tervezett átfogó munka első lépéseként, néhány nitrát-kumulációra hajlamos zöldségfélése és a felhasználásukkal készült bibeitelek nitrát és nitrit tartalmának felmérésére végeztünk.

A minták legtöbbször ismeretlen helyről származtak, üzletekben vagy piacokon vásároltuk 1975 májusa és 1976 májusa között. Néhány parajmintát a termelőhelyen vettünk és szedés után néhány órán belül feldolgoztuk. A sárgarépa esetében részben a peszticid-maradék vizsgálatokra beküldött, nagy tételeket képviselő, és ebben az időszakban a hazai fogyasztást reprezentáló import répa mintákat dolgoztuk fel. A vizsgálatok minden esetben a megmosott, megtisztított, konyhakész állapotban levő zöldségfélékkel történtek. A kereskedelmi forgalomból származó mintákkal kapcsolatosan a felhasznált műtrágya mennyiségére illetve az öntözővíz nitrát-tartalmára vonatkozóan általában nincsenek adataink.

### Vizsgáló módszer

A meghatározásokat a felaprított minták vizes kivonatából, megfelelő tisztítás (derítés, szűrés) – a nitrát meghatározások esetében fém kadmium-oszlop segítségével végzett redukció – után N-(1-naftil)etiléndiamin és szulfanilamid reagensekkel történő szinkifejlesztéssel, spektrofotometriás módszerrel végeztük.

A kivonatok rossz szűrhetőségét és az esetenként fellépő kolloid oldatok zavarosságát aktív szénnel történő derítéssel, melegítéssel, pH beállítással, hígítással, szinte zöldségfélésegenként különböző megoldásokkal küszöböltük ki.

#### *Az alkalmazott vizsgáló módszer leírása*

##### *Szükséges eszközök*

Erlenmeyer lombikok,  
szívópalack,  
Büchner-tölcsér,  
üvegtölcsérek,  
25, 50, 100, 250 és 1000 cm<sup>3</sup>-es normál lombikok,  
vákuumszivattyú (vagy vizsugar-szivattyú),  
turmixgép,  
csappal ellátott, 1 cm átmérőjű 25–30 cm hosszú kromatografáló oszlop.

##### *Szükséges anyagok;*

- A) szulfanilamid, 0,5%-os oldat  
1,25 g szulfanilamidot 250 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba mérünk és 1+1 hígítású sósavval jelig töltjük. Az oldat 1–2 hónapig állandó.
- B) N-(1-naftil)-etiléndiamin. HCl, 0,5%-os oldat  
0,50 g N-(1-naftil)-etiléndiamin. HCl-t 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba mérünk és desztillált vízzel jelig töltjük. Az oldat sötét üvegben, hűtőszekrényben tárolva néhány hétig eltartható.
- C) NaNO<sub>2</sub>-nitrit-N standard oldat készítéséhez  
0,2464 g NaNO<sub>2</sub>-et desztillált vízzel 1 literre hígítunk. Ebből az oldatból 10 cm<sup>3</sup>-t 100 cm<sup>3</sup>-re, majd az így kapott oldatból újabb 10 cm<sup>3</sup>-t 100 cm<sup>3</sup>-re hígítva 0,5 µg nitrit-N/cm<sup>3</sup> koncentrációjú oldatot készítünk.
- D) kadmiumsulfát, a kadmium oszlop készítéséhez  
400 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba 300 cm<sup>3</sup> 20%-os CdSO<sub>4</sub>-oldatot öntünk és két síma felületű, 5×15 cm méretű cinklemez merítünk bele. A lemezeket kiváló, szívacs-szerű kadmiumot időnként az oldatba kaparjuk. A kadmium kiválás kb. 3–4 óra múlva abba-

marad. Ekkor a cinklemezeket – lekaparás után – kiemeljük, az oldatot dekantáljuk a kadmium szemcsékről, és  $3 \times 50 \text{ cm}^3$  desztillált vízzel kimossuk. A mosott, szemcsés kadmiumnak mintegy felét  $200 \text{ cm}^3$  desztillált vízzel 1–2 másodpercig turmixolva felaprítjuk.

Közben egy 1 cm átmérőjű, csappal ellátott kromatografáló oszlop aljára 2 cm-es üvegyapót dugót helyezünk, desztillált vízzel megtöltjük, üvegbottal kinyomkodjuk az üvegyapótból a légbuborékokokat, majd 2–3 cm-es rétegben szemcsés kadmiumot, e fölé 6–8 cm magasságban kadmium port és végül az oszlop tetejére újabb 2–3 cm-nyi szemcsés kadmiumot rétegzünk. Az oszlopot használat előtt desztillált vízzel alaposan átmoszuk.

Ügyeljünk arra, hogy a kadmium réteg levegővel ne érintkezzen, azaz mindig folyadék alatt legyen (használaton kívül desztillált víz).

Az oszlopot 25–50 redukció után regenerálni kell. Ennek szükségességét általában az átfolyási sebesség csökkenése jelzi. Az oszlop hatásosságát időnként ismert mennyiségű nitrát átengedésével célszerű ellenőrizni.

A kadmium oszlop regenerálását a következőképpen végezzük:  $25 \text{ cm}^3$  1 %-os sósavat engedünk át az oszlopon, majd  $3 \times 20 \text{ cm}^3$  desztillált vízzel kimossuk, ezután  $25 \text{ cm}^3$  1 %-os ammóniumhidroxid oldatot öntünk rá, majd újra  $3 \times 20 \text{ cm}^3$  desztillált vízzel mossuk. Ezt a műveletet az oszlop elkészítése után, még használatbavétel előtt is tanácsos elvégezni.

E/aktív szén, nitrít illetve nitrát mentes.

Figyelem! A felhasznált edényeket a nitrát, illetve nitrít szennyeződés megelőzése céljából desztillált vízzel alaposan ki kell öblíteni!

### I. A kalibrációs görbe felvétele

A C pontban leírt módon készített nitrít-N standard oldatból 1, 5, 10, 20 és  $25 \text{ cm}^3$ -t normál lombikba pipettázunk. Hozzáadunk  $3 \text{ cm}^3$  „A” reagenst, összerázzuk és 3 percig állni hagyjuk. Ezután  $2 \text{ cm}^3$  „B” reagenst adunk hozzá, ismét összerázzuk, majd desztillált vízzel feljelig töltjük. Az oldatokat félretesszük, majd 20–25 perc múlva  $540 \text{ nm}$ -en 1 cm-es kvettában reagens vakkal szemben fotometráljuk. A kialakult mély bordó-vörös szín kb. 2 óráig állandó. A mért extinkciókat a hozzájuk tartozó koncentrációk függvényében ábrázoljuk. (2. ábra).

### II. A nitritek és nitrátok kivonása és a kivont tisztítása

Táramérlegben bemérünk 50–100 g nyers zöldségfélét vagy mirelit mintát (B), hozzáadunk ismert mennyiségű  $150\text{--}200 \text{ cm}^3$  deszt. vizet (A) és 1 percig nagy sebességgel, majd további 5 percig kisebb sebességgel turmixoljuk. Az így kapott, növényi rostoktól sűrű, pépes masszát a durvább részek visszatartása céljából először üvegyapoton szűrjük. A szűrletet a klorofit, a karotinoidok és fehérjék megkötése érdekében  $0,5 \text{ g}$  aktív szénnel forralva derítjük, majd redős szűrőn szűrjük. Ezt a műveletet víztiszta oldat nyereség zöldség fajtától függően 2–4-szer megismételjük. A szűrlet egy-egy aliquot részletéből végezzük el a nitrít, illetve a nitrát meghatározást lehetőleg azonnal, ugyanis az oldatok állás közben könnyen opálosodnak, amely a meghatározást zavarhatja.

### III. A nitrít-tartalom meghatározása

A tiszta szűrletből a várható nitrít-tartalomtól függően  $2\text{--}40 \text{ cm}^3$ -t (C)  $50 \text{ cm}^3$ -es normál lombikba mérünk, majd a szinkifejlesztést és a fotometrálist az I. pontban leírtak szerint végezzük.

### IV. A nitrát-tartalom meghatározása

A kadmium oszlopról leengedjük a deszt. vizet a töltet felszínéig, majd óvatosan  $5\text{--}10 \text{ cm}^3$  tiszta szűrletet (D) pipettázunk rá. Az oszlop átfolyási sebességét  $30\text{--}50$  csepp/perc-re állítjuk be és az elutamoto  $100 \text{ cm}^3$ -es lombikba gyűjtjük. Amikor a folyadék-felszín eléri a töltet tetejét,  $20\text{--}20 \text{ cm}^3$  deszt. vizzel háromszor egymás után átöblítjük az oszlopot. A teljes folyadékmennyiség átfolyása után a normál lombikot feljelig töltjük deszt. vízzel és összerázzuk. Az így kapott, a nitrátokat is nitrítte redukált formában tartalmazó oldatokból  $2\text{--}40 \text{ cm}^3$  közötti mennyiséggel (E) végezzük el a nitrít + nitrát tartalom együttes meghatározását az I. pontban leírtak szerint.

### V. Az eredmények kiszámítása

A mért extinkciókból a kalibrációs görbe segítségével meghatározzuk a fotometrált oldatok nitrít-N ( $x_1$ ), illetve a nitrítból és nitrátból származó nitrít-N koncentrációját ( $x_2$ ). A vizsgált minta nitrát-N tartalmát a redukció után és redukció nélkül vizsgált kivonatok nitrít-N koncentrációjából, a bemérés és hígítások figyelembevételével számítással határozzuk meg az alábbiak szerint:

$$\text{nitrít-N mg/kg} = \frac{5 \cdot x_1 \cdot A}{100 \cdot C \cdot B};$$

$$\text{nitrát-N mg/kg} = \frac{5A}{B} \left[ \frac{x_2}{ED} - \frac{x_1}{100C} \right]$$

ahol  $x_1$  és  $x_2$  a fotometrálskor mért extinkciókból a kalibrációs görbén leolvasott nitrit-N, illetve a nitritből és nitrátból származó nitrit-N koncentráció ng/cm<sup>3</sup>-ben

B a bemérés g-ban

A az extrakcióra használt deszt. víz mennyisége cm<sup>3</sup>-ben

C a nitrit meghatározásra felhasznált kivonat cm<sup>3</sup>-einek száma

D a kadmium oszlopba vitt kivonat cm<sup>3</sup>-einek száma

E a redukált oldatból szinkifikésztesre használt oldat cm<sup>3</sup>-einek száma.

A nitrit-N tartalom NO<sub>2</sub>-re 3,28-as, NaNO<sub>2</sub>-re 4,93-as, a nitrát-N tartalom NO<sub>3</sub>-ra 4,43-as, NaNO<sub>3</sub>-ra 6,07-es szorzófaktorral számolható át.

### VI. Megjegyzések

Az előzőekben leírt vizsgáló módszert növényi eredetű élelmiszer nyersanyagok és az ezek felhasználásával készült bébiételek nitrát- és nitrit-tartalmának meghatározására állítottuk be.

A módszer érzékenysége nitritre 0,1 – 0,01 mg/kg

nitrátra 1 – 0,1 mg/kg a kiindulási minta mennyiségétől és a

hígításoktól függően.

Amennyiben a fotometrálandó oldatok extinkciója 0,9-nél nagyobb, desztillált vízzel további hígítást végzünk. Az eredmények kiszámításánál a hígítást természetesen figyelembe kell venni.

Ha a tisztított élelmiszerkivonat a leírt tisztítási eljárás után is opalizálna, enyhe opalizáció esetén a mérés még kivitelezhető oly módon, hogy a fotometrálnál a reagensek nélkül azonos mértékben hígított kivonatot használjuk vak-oldatként.

Az analitikai felhasználásra készített aktív szén rendszerint nem, vagy csupán elhanyagolható mértékben tartalmaz nitrátokat és nitriteket. Ezen vegyületek koncentrációját mégis célszerű meghatározni (ellenőrizni) a felhasznált aktív szénben, s ha szükséges, korrekcióba kell venni.

### A vizsgálatok eredményei és értékelésük

A kisgyermekes ismert nitrát és nitrit érzékenységre való tekintettel vizsgálatainkat olyan zöldségfélékkel kezdtük, amelyek nitrát felhalmozók és amelyek a kisgyermekes nagyobb mennyiségben fogyasztanak.

Vizsgálataink eredményeit NO<sub>3</sub>-ra és NO<sub>2</sub>-re számítva adtuk meg és táblázatokban foglaltuk össze.

Amint az 1. táblázat adataiból látható, a vizsgált *paraj*-minták átlagosan 1,65 mg/kg nitritet és 1036 mg/kg nitrátot tartalmaztak. Figyelemre méltó, hogy míg a termelőhelyen vett mintákban a nitrit szint sohasem érte el az 1 mg/kg

1. táblázat

Nyers *paraj* minták NO<sub>2</sub><sup>-</sup> és NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tartalma

Sorszám	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> tartalom	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> tartalom	Sorszám	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> tartalom	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> tartalom
	mg/kg-ban			mg/kg-ban	
1	1,48	1100	11	1,12	370
2	1,46	2425	12	0,78	775
3	1,73	1676	13	0,36	593
4	2,29	742	14	0,79	886
5	1,02	755	15	0,26	921
6	4,01	265	16	0,29	1196
7	3,70	132	17	0,29	487
8	5,75	141	18	0,43	1395
9	4,79	1048	19	0,16	1404
10	1,94	565	20	0,19	3836

Átlag: 1,65 mg/kg NO<sub>2</sub><sup>-</sup> illetve 1036 mg/kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Megjegyzés: A 12–20-as sorszámmal jelzett mintákat nem a kereskedelmi forgalomban, hanem közvetlenül a termelő helyen vettük.

Friss saláta minták  $\text{NO}_2^-$  és  $\text{NO}_3^-$  tartalma

Sorszám	$\text{NO}_2^-$ tartalom	$\text{NO}_3^-$ tartalom	Sorszám	$\text{NO}_2^-$ tartalom	$\text{NO}_3^-$ tartalom
	mg/kg-ban			mg/kg-ban	
1	0,62	1918	11	3,01	2105
2	0,39	1705	12	2,63	1642
3	0,46	1568	13	2,90	1261
4	0,10	532	14	2,07	2050
5	3,72	2702	15	2,70	2135
6	0,56	2725	16	4,41	2069
7	0,69	3490	17	6,25	2130
8	10,20	2200	18	7,25	2605
9	1,48	1370	19	5,25	3860
10	0,79	1226	20	4,95	3290

Átlag: 3,02 mg/kg  $\text{NO}_2^-$ , illetve 2129 mg/kg  $\text{NO}_3^-$

értéket, a piacokon vagy KÖZÉRT-ben vásárolt minták nitrit tartalma minden esetben 1 mg/kg felett volt, sőt 5 mintában a 2 mg/kg értéket is meghaladta. A táblázat végén szereplő 0,2 mg/kg-nál kevesebb nitritet tartalmazó két mintát a szedést követő 1 órán belül vizsgáltuk meg. Eredményeink azt igazolják, hogy a spenót természetes nitrit-tartalma minimális. A magasabb nitrit szintek tehát olyan szennyeződések, amelyek a tárolás alatt mikroorganizmusok hatására vagy enzimatívkenység következtében keletkeznek a parajban levő nitrátokból.

A nitrát tartalom tekintetében az irodalmi adatokkal összhangban meglehetősen eltéréseket tapasztaltunk az egyes minták között (132–3826 mg/kg).

A minták nitrát és nitrit szintjei között összefüggést megállapítani nem lehetett. Viszonylag kevés (141 mg/kg) nitrátot tartalmazó, csak vetés előtt, s feltehetőleg szakszerűen műtrágyázott helyről származó, kissé állott mintában mértük a legnagyobb nitrittartalmat, míg az egyik erősen műtrágyázott, ezért sok nitrátot tartalmazó friss meglegházi paraj mintában csak 0,19 mg/kg nitritet találtunk.

Ha eredményeinket az NDK-ban és NSZK-ban érvényes  $\text{NO}_3^-$  határértékek tükrében vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a vizsgált 20 parajmintából 4 még felnőttek számára készített konzervhez sem lett volna felhasználható (> 1000 ppm); bébiételek céljaira pedig mindössze 7 minta lett volna alkalmas (< 600 ppm).

A saláta mintákban mért nitrit és nitrát mennyiségeket a 2. táblázatban foglaltuk össze. Amint a táblázat adataiból kitűnik, a vizsgált saláták átlagban több nitrátot és nitritet tartalmaztak mint a paraj minták. A saláta esetében tapasztalt eltérés, különösen a nitrit-tartalom tekintetében rendkívül nagy (0,1–10,2 ppm), a két nagyságrendet is meghaladja. Az egy-két esetben mért igen alacsony szintek azonban itt is azt bizonyítják, hogy nem elháríthatatlan „természetes” tartalomról, hanem változó külső tényezők hatására bekövetkezett kedvezőtlen felhalmozódásról illetve szennyeződésről van szó.

A salátára vonatkozóan eddig tudomásunk szerint sehol sem írtak elő számcszerű határértéket, így eredményeinket nehezebb értékelné. A szokásos fogyasztási szintek figyelembevételével azonban úgy tűnik, hogy a saláta útján a szervezetbe kerülő nitrát mennyiségek a nyers, friss saláta viszonylag magas nitrát és nitrit szintje ellenére sem olyan problematikusak, mint a súlyra nagyobb mennyiségben fogyasztott spenót esetében.

A sárgarépa minták vizsgálati eredményeit a 3. táblázatban mutatjuk be. Amint látható, a vizsgált répaminták átlagosan 0,79 mg/kg nitritet és 230,4

Sárgarépa minták  $\text{NO}_2^-$  és  $\text{NO}_3^-$  tartalma

Sorszám	$\text{NO}_2^-$ tartalom	$\text{NO}_3^-$ tartalom	Sorszám	$\text{NO}_2^-$ tartalom	$\text{NO}_3^-$ tartalom
	mg/kg-ban			mg/kg-ban	
1	0,33	15,6	11	0,04	104
2	0,39	25,2	12	0,16	252
3	0,48	335,0	13	0,73	564
4	0,16	17,9	14	0,72	349
5	0,09	314,0	15	5,92	1002
6	0,13	57,5	16	5,00	119
7	0,12	101,0	17	0,43	53,2
8	0,09	137,0	18	0,18	17,9
9	0,06	744,0	19	0,31	141,8
10	0,13	57,4	20	0,39	201,6

Átlag: 0,79 mg/kg  $\text{NO}_2^-$ , illetve 230,4 mg/kg  $\text{NO}_3^-$

Megjegyzés: az 1–8-as sorszámú minta holland, a 9–10-es sorszámú minta csehszlovák importból származott.

mg/kg nitrátot tartalmaztak. Az egyes minták közötti eltérések mindkét vizsgált összetevőre vonatkozóan itt is nagyságrendiek voltak. Ha azonban a minták nitrit- illetve nitrát-tartalom szerinti megoszlását megfigyeljük, látható, hogy a minták többségének nitrit tartalma a 0,4 mg/kg alatti tartományba esett, s csupán két esetben mértünk kimagaslóan nagy, 5 mg/kg feletti nitrit-szintet. Ezek közül az egyik minta egy budafoki egyéni termelőtől származott, a másik üzletben vásárolt minta pedig a vizsgálat időpontjában már meglehetősen fony-nyadt, állott volt. Érdekességgént említjük, hogy a budafoki termelőtől származó sárgarépában mértük a legmagasabb nitrátszintet is, ami valószínűsíti, hogy vagy túlzott műtrágyázásról, vagy a műtrágya szakszerűtlen, egyenetlen kiszórásáról lehetett szó. Az üzletben vásárolt, fonyadt minta nitráttartalma a közepesnél kisebb volt, így ebben az esetben a nagy nitrit-tartalom oka a hosszas, nem megfelelő körülmények közötti tárolásban keresendő.

A hónapos *reték* minták vizsgálati eredményeit a 4. táblázatban mutatjuk be. A vizsgált minták átlagosan 1,31 mg/kg nitritet és 1785 mg/kg nitrátot tartalmaztak. Egy a KÖZÉRT-ben vásárolt, szemmel láthatóan fonyadt mintában kiugróan magas szinteket mértünk.

4. táblázat

Reték minták  $\text{NO}_2^-$  és  $\text{NO}_3^-$  tartalma

Sorszám	$\text{NO}_2^-$ tartalom	$\text{NO}_3^-$ tartalom
	mg/kg-ban	
1	3,56*	3415*
2	0,38	2170
3	0,66	910
4	1,46	1111
5	1,04	1330
6	0,82	1495
7	1,25	2105

Átlag: 1,31 mg/kg  $\text{NO}_2^-$ , ill. 1790 mg/kg  $\text{NO}_3^-$

Megjegyzés: a \*-gal jelölt minta fonyadt volt.



Saját vizsgálati eredmények és irodalmi adatok összehasonlítása

Zöldségféle	Irodalmi adat			Saját eredmény	
	Szerző	NO <sub>2</sub> mg/kg	NO <sub>3</sub> mg/kg	NO <sub>2</sub> mg/kg	NO <sub>3</sub> mg/kg
Paraj	Pauerné, Szabóné ....	1,5–3,6 2,3	305–376	1,65 (0,16–5,75)	1036 (132–3836)
	Siciliano .....				
	Richardson ...	309–3800			
	Lee .....	1080–3100			
Saláta	Siciliano .....	1,65	1400	3,02 (0,10–10,2)	2129 (532–3860)
	Richardson ...		397–3530		
	Wilson .....		808–1230		
Sárgarépa	Siciliano .....	1,1	205	0,79 (0,09–5,92)	230,4 (17,9–1002)
	Lee .....		440		
	Richardson ...	40–88			
Retek	Pozsár .....	0,2	341–1207	1,31 (0,38–3,56)	1790 (910–3415)
	Siciliano .....		2400		

Az 5. táblázatban saját vizsgálataink eredményeit mutatjuk be az irodalmi adatokkal való összehasonlításban. Mint látható, az általunk mért nitrát-szintek átlagai jól egyeznek az irodalomban közölt értékekkel. Ha azonban az egyes minták eredményeit külön-külön is megvizsgáljuk, feltűnik, hogy a legnagyobb nitrát- és nitrit-tartalmakat valamennyi zöldségfélében mi mértük.

A zöldségfélék nitrit-tartalmára vonatkozóan csak kevés adat található az irodalomban és ezek is csak néhány minta vizsgálatán alapulnak. Saját eredményeink, az *átlagértékeket* tekintve a paraj és sárgarépa esetében lényegében azonosak az irodalomban közölt értékekkel. A salátában és a retekben azonban sokkal nagyobb nitrit-tartalmakat találtunk, mint *Siciliano*, aki lényegében velünk azonos módszerrel dolgozott (23).

Az eddig végzett vizsgálatok száma természetesen nem elegendő arra, hogy a kapott értékekből messzemenő következtetéseket vonjunk le a hazai zöldségfélék nitrát és nitrit-tartalmára vonatkozóan. Erre a KÖJÁL-okkal együttműködésben végzett, jelenleg folyamatban levő országos felmérés eredményei adnak majd pontosabb felvilágosítást.

Arra azonban már az eddigi vizsgálatok eredményei is felhívják a figyelmet, hogy a zöldségfélék nitrát-tartalmának egészségügyi szempontból elfogadható szinten tartásához a hazai realitások és toxikológiai adatok figyelembevételével kialakított *határérték* előírása, s ennek betarthatósága érdekében a helyes mezőgazdasági gyakorlat alkalmazása elengedhetetlenül fontos.

Nagyobb gondot kell fordítani a jövőben azoknak a körülményeknek a feltárására és megszüntetésére is, amelyek szerepet játszhatnak a zöldségfélék nitrát-szintjének a leszedést követően bekövetkező, nem kívánatos megemelkedésében.

A különböző *bébiételek* körében végzett, még folyamatban levő vizsgálataink eredményei is azt bizonyítják (2), hogy a különböző gyártási tételekből származó bébikonzervek nitrát-tartalma nagymértékben változó, de esetenként igen nagy is lehet. Különösen magas nitrit-szinteket (60–80 mg/kg) mértünk egyes parajpürékben és tejes sárgarépa bébiételekben (20–22 mg/kg). Bár a többi vizsgált bébikonzerv (natúr sárgarépa, húsos sárgarépa, vegyes zöldség, zöldbab stb.) nitrit-tartalmát 10 mg/kg-nál kisebbnek találtuk, a tejjel készített sárgarépa

bébiételekben mért magasabb nitrítszintek arra hívják fel a figyelmet, hogy a kérdéssel a továbbiakban is foglalkozni kell, s hogy a problémát nem lehet kizárólag a paraj készítményekre leszűkíteni.

Ezért a különböző bébiételek nitrít-szintjeinek felmérésére, illetve az egyes technológiai folyamatok nitrít-szint növelő szerepének tisztázására az illetékes konzervgyár munkatársainak bevonásával vizsgálat sorozatot kezdtünk, amelyek eredményeiről külön közleményben fogunk beszámolni.

#### IRODALOM

- (1) *Büsing, H. H.*: Med. Klinik. 56, 177, 1961.
- (2) *Domoki, J., Söhárné*: KÉKI Kollokviumon elhangzott előadás, 1976. ápr. 30.
- (3) *Dworschák, E.*: Szóbeli közlés.
- (4) *Heister, E. G., Siciliano, J., Krulick, S., Porter, W. L., White, J. W.*: J. Agr. Food Chem 21, 970, 1973.
- (5) *Heister, E. G., Siciliano, J., Krulick, S., Feinberg, J., Schwartz, J. H.*: J. Agr. Food Chem. 22, 1029, 1974.
- (6) *Hölscher, P. M., Natzschka, J.*: Dtsch. med. Wschr. 89, 1751, 1964.
- (7) *Jacobs, M. B., Hocheiser, S.*: Anal. Chem. 30, 426, 1958.
- (8) *Kádas, L.*: Konzerv és Paprikaipar, Külön szám, 53, 1974.
- (9) *Kádas, L.*: ÉVIKE 22, 344, 1976.
- (10) *Kádas, L.*: Konzervipari Higiéniai Napok-on elhangzott előadás, Nagyköros, 1976. május 11.
- (11) *Kamm, L., Mc Keown, G. G., Smith, D. M.*: J. Ass. Offic. Agr. Chem. 48, 892, 1965.
- (12) *Lee, C. Y., Shallenberger, R. S., Downing, D. L., Stoewsand, G. S., Peck, N. M.*: J. Sci. Food Agr. 22, 90, 1971.
- (13) *Marton, A., Jánossyné.*: OÉTI Tudományos Ülésén elhangzott előadás, 1965. november 8
- (14) *Nelson, E. W.*: Textbook of Pediatrics. Sixth Editilon, Saunders Company Philadelphia-London, 1956.
- (15) *Orgeron, J. D., Martin, J. D., Caraway, C. T., Martine, R. M., Hauser, G. H.*: U. S. Pub. Health Rep. 72, 189, 1957.
- (16) *Pauerne, Szabóné*: Hütőipar, 20, 87, 1973.
- (17) *Phillips, W. E. J.*: J. Agr. Food. Chem. 16, 88, 1968.
- (18) *Pozsár, B.*: Bot. Közlem., 58, 215, 1971.
- (19) *Richardson, W. D.*: J. Amer. Chem. Soc. 29, 1757, 1907.
- (20) *Schall, E. D., Hatcher, D. W.*: J. Ass. Offic. Anal. Chem. 51, 763, 1968.
- (21) *Schuphan, W., Schlottmann, H.*: Z.U.L. 71, 218, 1965.
- (22) *Sen, N. P., Smith, D. C., Schwingamer, L., Marleau, J. J.*: J. Ass. Offic. Anal. Chem 52, 47, 1969.
- (23) *Siciliano, J.*: J. Agr. Food Chem. 23, 461, 1975.
- (24) *Simon, C., Manzke, H., Kay, H., Mrowetz, G.*: Z. Kinderheilk. 91, 124, 1964.
- (25) *Simon, C.*: Lancet, 1, 872, 1966.
- (26) *Sinios, A.*: Münch. med. Wschr. 106, 1180, 1964.
- (27) *Sinios, A., Wodsak, W.*: Dtsch. med. Wschr. 90, 856, 1965.
- (28) *Stender, J. H.*: Fed. Regist. 38, 10929, 1973.
- (29) WHO Techn. Rep. Ser. No. 309, 1965.
- (30) WHO Techn. Rep. Ser. No. 539, 1974.
- (31) *Wilson, J. K.*: J. Amer. Soc. Agron. 35, 279, 1943.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТА И НИТРИТА В ОВОЩАХ И ПРОДУКТАХ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В ВЕНГРИИ

Я. Домоки – Ю. Шохар

Авторы исследовали содержание нитрата и нитрита в свежих овощах (шпинат, салат, морковь, репка) находящихся в торговом обороте. Определения проводили спектрофотометрическим методом из водянного экстракта нарезанных овощей после соответствующей очистки – в случае испытания нитратов посл ередукции проведённой с помощью коллоны металлического кадмия цветной реакцией  $\alpha$  – (1 – нафтил) этилен – диамин и сульфаминиламин. Полученные результаты приводятся в таблицах.

# UNTERSUCHUNG DES NITRAT- UND NITRITGEHALTES VON UNGARISCHEN GEMÜSESORTEN UND VON SÄUGLINGSPEISEN

*J. Domoki und J. Sohár*

Der Nitrat- und Nitritgehalt von aus der kommerziellen Verkehr in Ungarn stammenden frischen Gemüsesorten (Spinat, Salat, Karotte und Rettich) wurde bestimmt. Die Bestimmungen wurden in den wässrigen Extrakten der zerkleinerten Muster nach entsprechender Reinigung – im Fall der Nitratbestimmungen nach einer Reduktion mittels einer Säule aus metallischen Cadmium – mittels Farbentwicklung durch die Reagenzien N-(1-Naphthyl)-äthylendiamin und Sulfanilamid und Messung mittels Spektrophotometrie durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabellen zusammengefasst.

# INVESTIGATION OF THE NITRATE AND NITRITE CONTENTS OF VEGETABLES GROWN IN HUNGARY AND OF BABY FOODS

*J. Domoki and J. Sohár*

Contents of nitrate and nitrite of fresh vegetables (spinach, lettuce, carrot and radish) from the commercial market were investigated. Determinations were carried out from the aqueous extracts of the minced samples after adequate purification. In the case of nitrate determinations the nitrates were reduced by means of a cadmium column previously. Development of colour was induced by N-(1-naphthyl)-ethylenediamine and sulphanlamide as reagents, and colours were measured by spectrometry. The obtained results are tabulated.