



A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Shutterstock

Szabó S. András¹

Érkezett: 2017. november – Elfogadva: 2019. február

Élelmiszerek ásványianyag-tartalma – Palládium az élelmiszerekben

KULCSSZAVAK: palládium, mikroelem, ásványi anyagok, Wollaston, palládium a litoszférában, palládium-felvétele, palládium-kibocsátás.

ÖSSZEFOGLALÁS

A palládium a platinafémekhez tartozó nehézfém, mikroelem. A platinafémeken belül a könnyű platinafémek csoportjába sorolható. Nem esszenciális és nem is stimulatív hatású elem. Az élelmiszerláncban meglehetősen kicsi, µg/kg koncentrációban fordul elő, ezért – bár létezik néhány határozottan toxikus vegyülete – toxikus hatásának gyakorlati (a mezőgazdasági termelés, a környezetvédelem vagy a humán táplálkozás szempontjából) jelentősége nincs. A palládiummal kapcsolatos ismeretanyag tárgyalására egy évvel ezelőtt megkezdett közleménysorozat kiegészítése végett vállalkoztam.

BEVEZETÉS

Az ásványi anyagok témakörét az egykori Élelmezési Ipar c. tudományos szakfolyóirat hasábjain 2005 és 2009 között, a folyóirat megszűnéséig egy 48 részből álló cikksorozatban ismerttettem. A tanulmánysorozatban a makroelemek, az esszenciális mikroelemek, a stimulatív elemek, valamint a toxikus elemek egy csoportjának élelmiszerkémiai jellemzőit ismerttettem. A teljes periódusos rendszer tárgyalására – természetesen a 4 biogén elem és a 6 nemes gáz kivételével, hiszen ezek nem ásványi elemek – azonban nem tértem ki. Az Élelmiszervizsgálati Közlemények Szerkesztősége nemrég lehetőséget kínált arra, hogy a még hiányzó elemekről is készülhessen összeállítás, és ezáltal az élelmiszerek ásványi anyagait ismertető kollekciónak teljes legyen. Így a korábbi cikksorozathoz kapcsolódóan ezen új sorozatban folytatjuk a toxikusnak vagy gyengén toxikusnak ítélt mikroelemek jellemzését. Jelen dolgozat a platinafémekhez tartozó mikroelemhez, a palládiumhoz (Pd) kapcsolódó témakörrel nyújt rövid információt.

A PALLÁDIUM ÉLETTANI SZEREPE

A palládium a platinafémekhez tartozó nehézfém mikroelem, a periódusos rendszerben a VIII. oszlop második triádjának tagja, a ruténiumhoz és ródiomhoz hasonlóan a könnyű platinafémek (Ru, Rh és Pd) csoportjába sorolt elem. Fizikai és kémiai jellemzői jól ismertek [1, 2], biológiai, ezen belül elsősorban toxikológiai szerepéről kevesebbet tudunk.

A palládium a természetben ritkán előforduló elem. A fémet nyers platinában a brit orvos és kémikus William Hyde Wollaston fedezte fel 1803-ban, és a Pallas kisbolygóról nevezte el [3]. Van önálló ásványa is, ez a palladit (PdO). Kémiaileg a platinafémeken belül elsősorban a platinához hasonló. Vegyületeiben általában 2 vegyértékű, de ismeretesek három és négy vegyértékű palládium-vegyületek is. Vegyületei sárga, barna, piros vagy fekete színűek, egyszerű sói könnyen hidrolizálnak, komplex vegyületei stabilabbak.

Iparilag ötvözetekben – pl. az ún. „fehér aranyban” 10% palládium van – autók katalizátoraként is használják, de a környezetbe, mint szennyező komponens csak nagyon kis mennyiségben jut, annak ellenére, hogy természetes viszonyok között a platinafémek közül a palládium fordul elő a legnagyobb mennyiségben. A litoszférában mintegy 4 µg/kg az átlagos előfordulási aránya, a kőzetekben, talajokban viszont ennél általában kisebb a jellemző koncentráció [4, 5].

A palládium élettani szerepe nem ismert, jellegzetesen a nem létfontosságú elemek közé sorolható. Esetleges biopozitív hatásáról sincs megbízható irodalmi adat. Ezért a Pd szerepe biológiai, ill. élettani szempontból csak a toxikusság oldaláról ítélt meg. A fémnek van ugyan néhány toxikus hatású vegyülete, viszont a nagyon alacsony előfordulási koncentrációk miatt ennek gyakorlati jelentősége nincs, hiszen a bioszférában való előfordulási aránya többnyire jelentősen elmarad a tipikus, fiziológiailag fontosnak ítélt mikroelemekétől. Elvi szempontból így

¹ Élelmiszerfizikai Közhasznú Alapítvány

vita tárgyát képezheti, hogy a palládiumot a toxikus elemek, vagy pedig inkább a biológiai-életteni hatással nem rendelkező mikroelemek közé soroljuk-e. A létfontosságú és a nem esszenciális elemek között egyébként van egy jellemző tulajdonság, amely alapvetően eltér: ez a koncentráció-eloszlás [6].

Palládium-forgalom az emberi szervezetben

Az emberi szervezetbe naponta bejutó Pd mennyisége meglehetősen kis érték, bár általában meghaladja a többi platinafémre jellemző értéket. A felvett napi Pd teljes mennyisége valószínűleg jóval 0,1 mg alatti érték, és ez főleg az élelmiszerekből, illetve kisebb részben az ivóvízből származik. Az Egyesült Királyságban mért adatok alapján az 1990-es években a lakosság 98%-ának napi palládium felvétele jellemzően 0,002 mg-nál kisebb érték volt, s az átlagos napi Pd-felvételt 0,001 mg-ra becsülték [7]. A felszívódásról kevés ismeret áll rendelkezésre, az viszont köztudott, hogy a felszívódás aránya, ezáltal a vizelettel és a széklettel ürített palládium mennyisége erősen függ az elem kémiai formájától is, azaz a speciációtól.

ÉLELMISZEREK PALLÁDIUM-TARTALMA

A növények - és ezáltal a növény-állat-ember tápláléklánc - Pd-koncentrációját természetes viszonyok között döntően a talaj Pd-szolgáltató képessége határozza meg, ha speciális kontaminációs forrással nem kell számolni. Mivel a talaj és a talajvíz Pd-koncentrációja többnyire kis érték - bár a talaj geológiai eredete meghatározó szereppel bír - az élelmiszerekben mérhető Pd-tartalom is többnyire elég alacsony. Inkább a $\mu\text{g}/\text{kg}$, mint a mg/kg koncentrációtartományba tartozik. A platinafémeket - bár jelenlegi ismereteink szerint növényfiziológiai szempontból sem esszenciálisak - a növények viszonylag könnyen fel tudják venni a talajból, ennek köszönhetően a Pd aránya a növényi hamuban jóval nagyobb, mint a talajban [8]. Az élelmiszernövények átlagosnak vehető Pd-tartalma mintegy $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ szárazanyag, az analitikában referenciaanyagként használatos Bowen-féle kelkáposztapor Pd-tartalma pedig $25 \mu\text{g}/\text{kg}$ érték volt [9]. Frazzoli és munkatársai közlése szerint Olaszországban a legalacsonyabb Pd-tartalmat tojásban ($2,8 \mu\text{g}/\text{kg}$), a legmagasabbat zöldségfélékben ($47,8 \mu\text{g}/\text{kg}$) mérték. Az értékeket szárazanyag-tartalomra vonatkoztatták [10].

Az állati eredetű élelmiszerekben a növényi eredetűekhez képest még kisebb Pd-koncentrációk mérhetők, Bowen szerint az állati izomszövetek átlagosnak vehető Pd-tartalma csupán $2,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ szárazanyag [4, 5]. Reilly [11] szerint az Egyesült Királyságban a hústermékek átlagosnak tekinthető Pd-tartalma $0,6 \mu\text{g}/\text{kg}$, halaknál $2,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ eredeti anyagra vonatkoztatva. Nordberg és munkatársai [7] a könyvükben néhány élelmiszer palládium-tartalmát közlik:

- Tejtermékek és baromfi-hús: $0,3 \mu\text{g}/\text{kg}$
- Zöldségek, gyümölcsök, különböző italok: $0,4 - 0,9 \mu\text{g}/\text{kg}$

- Halak és kenyerek: $2,0 \mu\text{g}/\text{kg}$
- Diófélék: $3,0 \mu\text{g}/\text{kg}$

A palládiumnak vannak ugyan toxikus hatású vegyületei, de a csekély koncentrációk miatt a mezőgazdasági termelésben és a humán táplálkozásban a Pd esetleges toxikus hatásának nincs különösebb gyakorlati jelentősége. Olyan organizmusról, ami a palládiumot erősen dúsítaná, vagy olyan élelmiszerről, amelyben a Pd-koncentráció jelentős lenne, nem állt rendelkezésemre adat.

A KÖRNYEZET PALLÁDIUM-TERHELÉSE ÉS A KÖZLEKEDÉS ÖSSZEFÜGGÉSE

A gépjárművek katalitikus utóégetőjéből a környezetbe, ill. a légtérbe jut bizonyos mennyiségű palládium. Ez a terhelés egyelőre nem jelent számottevő környezetszennyezési vagy a melegvérűekre nézve valódi toxikológiai veszélyt [12]. Ugyanakkor a katalizátoros gépjárművek világméretű elterjedése révén jelentősen nőhet a Pd-kibocsátás a környezetbe. 2002 és 2010 között például Pekingben az autóutak melletti por átlagos palládium-koncentrációja 36 -ról $113 \mu\text{g}/\text{kg}$ értékre nőtt, Münchenben pedig az alagúti por Pd-tartalma 1994 és 2007 között 18 -ról $389 \mu\text{g}/\text{kg}$ értékre emelkedett [7].

KÖVETKEZTETÉSEK

Apalládiumnak-jelenlegi ismereteink alapján-nincsen számottevő biológiai és élelmiszer-toxikológiai jelentősége. A fém és vegyületei, mint nehézfémek a jelenleg tapasztalható koncentrációkhoz képest nagyobb mennyiségben az élelmiszerekbe kerülve természetesen toxikusak lennének, de ez a veszély egyelőre nem áll fenn. A környezetben mérhető palládium-tartalom csekély. Számolni kell azonban azzal, hogy a környezetvédelmi előírásoknak megfelelően működtetett belsőégésű motorok kipufogógázait utánégető katalizátoregységekből a füstgázokkal távozó palládium is a környezetbe kerül, így a forgalmasabb közutak közelében termesztett növényekbe akár a szállóporral, akár a talajon keresztül felszívódva is beépülhet. Az ilyen területeken előállított élelmiszer-alapanyagok palládium-tartalma ezért növekedhet, de az elektromos hajtású gépjárművek térhódítása miatt a környezetet várhatóan nem a kibocsátott palládium fogja veszélyes mértékben terhelni.

Analitikai szempontból a palládium kimutatása, mennyiségi mérése nem okoz nehézséget. 1 kg mintából induktív kapcsolású plazma-emissziós optikai spektrometriával (ICP-AES), vagy neutronaktivációs analízissel (NAA) már néhány nanogramm palládium is kimutatható.

Terveink szerint a cikksorozat folytatódik, a következő részek a további platinafémeket, a nehéz platinafémeket ismertetik, illetve ezeknek a nehézfém-mikroelemeknek az élelmiszerláncban való előfordulásairól nyújtanak információt.