

The role of selenium in a healthy diet; production of selenium enriched milk and dairy products

R. Juhászné Tóth<sup>1\*</sup>  
D. Kiss<sup>1</sup>  
Zs. Zurbó<sup>1</sup>  
J. Csapó<sup>1,2</sup>

1. Debreceni Egyetem,  
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi  
és Környezetgazdálkodási Kar,  
Élelmiszertechnológiai Intézet,  
H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

2. SAPIENTIA Erdélyi Magyar  
Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar,  
Élelmiszertudományi Tanszék,  
Csíkszereda, Románia

\*e-mail: tothre@agr.unideb.hu

# A szelén szerepe a táplálkozásban; szelénnel dúsított tej és tejtermékek előállítása

Juhászné Tóth Réka<sup>1\*</sup>, Kiss Dóra<sup>1</sup>, Zurbó Zsófia<sup>1</sup>, Csapó János<sup>1,2</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Föld számos területén, többek között Magyarországon is, a talaj szelénben szegény, ezért a táplálékkal nem tudunk elegendő szelénhez jutni. Felmerült annak a lehetősége, hogy az állati eredetű termékeket is dúsítsák szelénnel. Kutatásukban a szerzők szelenizált élesztővel egészítették ki tejelő tehének takarmányát (1–2 mg Se/nap) azért, hogy kiderítsék milyen körülmények között állítható elő szelénes tej és tejtermék. Napi 1 mg szelénkiegészítés hatására a tej szeléntartalma a kezdeti 18 µg/kg szintről csaknem duplájára, 31 µg/kg-ra emelkedett, 2 mg esetén pedig 53 µg/kg-ra nőtt. Az ebből előállított tejtermékek szeléntartalmát (gomolya: 58,5; orda, 167,2; félkemény sajt: 200,0; túró: 154,8 µg/kg) a kontroll tejből előállítottakhoz képest (sorrendben, 66,0; 80,8; 88,6; 57,4 µg/kg) két és fél, háromszorosára tudták növelni.

## SUMMARY

**Background:** Selenium is an essential micronutrient, human body has a selenium content of 10–15 mg, and almost every human cell contains this element. Selenium supports growth, the immune system and muscles, furthermore it decreases some elements' toxicity (for example mercury) and slows down the spreading of some viruses (influenza, ebola, HIV). It has an antioxidant effect as the component of the glutathione-peroxidase which fights harmful free radicals. The RDA level of selenium for adults is 55 µg/day. We can refill our selenium storage with supplements or with selenium enriched functional foods.

**Objectives:** The risk of selenium deficiency in case of people on a healthy, various diet is low, but in Hungary the soil is poorly selenized, which could indicate health hazard. The milk could be one of the main selenium sources in a country with low seafood consumption. In our research, we intend to produce selenium-enriched milk and dairy product by feeding animals with the addition of organic selenium.

**Materials and methods:** We gave 1 and 2 mg selenium in enriched yeast form to the basal diet of three 'Hungarian Simmental' type cows. The experiment has taken 2 weeks per dose, and we gathered milk once a week. We produced milk, yogurt, fresh cheese, semi hard cheese and orda (whey cheese) from the 2 mg supplementation and the control samples as well. We performed the ICP-MS analysis at the University of Debrecen.

**Results and discussion:** The experimental milk contained two times more selenium (31 µg/day) than the control samples (18 µg/day) at the 1 mg/day supplementation. The selenium appears in the dairy products, as well. According to our results, the oral selenium supplementation of the cows increased the selenium content of the milk, so the Se-enriched dairy products can be suitable for satisfying the daily Se-needs. 1 mg selenium supplementation/day increased the initial selenium content of the milk (18 µg/kg) to 31 µg/kg, in the case of 2 mg to 53 µg/kg. The selenium content of the dairy products produced from high selenium content milk (gomolya cheese: 58.5; orda (whey cheese): 167.2; semi-hard cheese: 200.0; curd: 154.8 µg/kg) compared to the control (in order, 66.0; 80.8; 88.6; 57.4 µg/kg) were two and a half, three times higher.

A szelén környezetünkben elemi formában csak nagyon ritkán található meg. A talajban, a vízben, valamint az összes élő szervezetben  $-2$ -es (szelenid),  $+4$ -es (szelenit), és  $+6$ -os (szelenát) oxidációs állapotú vegyületeként fordul elő. A szelenátok és a szelenitek vízdoldható vegyületek, így a vizekben leggyakrabban ezekben a formákban található (9).

*A szelén közvetett vagy közvetlen módon számos élettani folyamatban játszik jelentős szerepet*

*A szelén legfontosabb szerepe az antioxidáns hatásából adódik*

*A felnőttek számára ajánlott napi beviteli 55 µg/nap*

A szervetlen módosulatok mellett ismertek a szerves kötésben lévő formái is, amelyekben a szelén szelenidként van jelen (12), ezek a szeleno-aminosavak, vagy azok származékai. A növényi eredetű élelmiszerek szeleno-metionint, az állati eredetűek pedig szeleno-metionint és szeleno-ciszteint is tartalmaznak. Míg a szeleno-metionin az ember és az állatok számára esszenciális, addig a szervezetbe bejutott szeleno-metionint szeleno-ciszteinné tudják alakítani (2).

### A SZELÉN SZEREPE AZ EMBERI SZERVEZETBEN, HIÁNYA, TOXICITÁSA

Bebizonyosodott, hogy a szelén közvetett vagy közvetlen módon számos élettani folyamatban játszik jelentős szerepet. A vázizomba a táplálékkal bevitt szeleno-metionin és -cisztein, azonban az anyagcserében részt vevő szeleno-proteinekbe csak a szervezetben létrejött szeleno-cisztein tud beépülni. A szeléntartalmú fehérjék mennyisége szelénhiányos táplálkozás esetén csökken, működésük leáll. Már a XX. században is ismert volt szerepük, többet közülük, mint pl. a pajzsmirigyhormonok aktiválásáért felelős jodotironin-dejodinázt, vagy a szeléntranszportot is végző szelenoprotein P-t sikerült is azonosítani (16).

A szelén legfontosabb szerepe az antioxidáns hatásából adódik, amelyet a különféle enzimekkel való kapcsolódás során fejt ki (13). Kulcsfontosságú szerepet játszik a glutation-peroxidáz-enzim működésében, amely hidrogén-peroxiddal és más káros hatású lipid- és foszfolipid-hidroxidokkal reagálva megakadályozza a káros szabadgyökök keletkezését, gátolja a DNS-károsodást és a metabolikusan aktív rákkeltő vegyületek kialakulását. A szelén az enzimek szeleno-ciszteinként épül be, ahol a kén helyét foglalja el. A szervezet oxidáció elleni védekező rendszerében az adja jelentőségét, hogy a kénnél könnyebben redukálódik (7). A szelén antioxidáns tulajdonsága révén képes megakadályozni az LDL-koleszterin oxidációját, csökkenteni a gyulladást, erősíti az immunrendszert, segíti a szervezet oxidatív stressz elleni védekezését, így közvetve csökkenti a HIV virulenciáját (17).

A változatosan táplálkozó emberek esetén a szelénhiány kialakulásának kockázata kicsi, azonban szelénhiányos területeken – mint pl. Magyarországon is (10) – egészségügyi kockázatot jelenthet a tartósan szelénszegény táplálkozás.

A szelén hiánya a világon évente fél-, egymilliárd embert érint. Sok betegség kialakulását és súlyosbodását okozhatja, amelyek pl. a depresszió, a szív- és agyi katasztrófák, daganatos megbetegedések, pajzsmirigyműködési zavarok, vírusok (influenza, HIV, Ebola) terjedése, rontja a férfiak nemzőképességét, és egyes kutatások szerint még az öregedést is elősegítheti (15).

Hiánybetegsége a Kínában felfedezett Keshan-kór, amely főként a gyerekeket érinti, és szív működési zavart, szívizomsorvadást okoz. A Kashin-Beck-szindróma (degeneratív ízületi betegség) szintén összeköthető a szelénhiányos táplálkozással (4), és újabb kutatások szerint a nem megfelelő szelénellátottság összefüggésbe hozható a Down-kórral és a csecsemőkori kreténizmus kialakulásával is (1).

Az emberi szervezet szeléntartalma 10–15 mg. Testünk csaknem minden sejtjében jelen van, de legtöbb a vesében, a májban, a lépben, a hasnyálmirigyben és a herékben halmozódik fel. A Magyar Élelmiszertankönyv szerint a felnőttek számára ajánlott napi beviteli mennyisége (RDA) 55 µg/nap. A WHO, a FAO és az IAEA szakértőiből álló bizottság 1996-os jelentése szerint maximálisan 400 µg Se/nap az a határérték, amely felett a szelén negatív, káros hatásaival kell számolni. A szelenózis első tünetei a fémes szájíz, foghagymaszagú lehelet,

krónikus esetben hajhullás, a körmök elvesztése, bőrkiütések, a fogak elszíneződése, végső esetben idegrendszeri rendellenességek. Halált heveny szelénmérgezés csak ritkán okozhat; a szelén halálos adagja (5–10 mg/ttkg) (14) táplálék útján egyszerre nem vihető be a szervezetbe (1. táblázat).

**1. TÁBLÁZAT.** A Se ajánlott napi bevitele (RDA) és a legnagyobb tolerálható mennyisége (UL) összehasonlítása (Forrás: 1)

**TABLE 1.** Comparison of the recommended daily allowance and the upper level of selenium

Életkor (év)	Napi bevétel (µg Se/nap)	Szeléntűrés (µg Se/nap)
1–3	20	90
4–8	30	150
9–13	40	280
14–18	55	400
19–	55	400

*Ételeink közül a leggazdagabb szelénforrások az állatok belső szervei és a tenger gyümölcsei*

*A szelénnel dúsított funkcionális élelmiszerekben a szelén természetes formában fordul elő*

### A SZELÉN PÓTLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Az élelmiszerek szeléntartalma igen változó. A dél-amerikai brazil dió (*Bertolletia excelsa*) szeléntartalma a legnagyobb, darabonként több mint 100 µg-ot is tartalmazhat. Ételeink közül a leggazdagabb szelénforrásnak az állatok belső szervei és a tenger gyümölcsei, majd az állati húсок számítanak. Mivel hazánkban a napi étkezés során bevitt élelmiszerek szeléntartalma nem jelentős, a táplálék mennyiségének növelésével a szelénbevitelt nem lehet növelni. A szelénszükségletünket egyrészt étrendkiegészítőkkel, másrészt szelénvel dúsított élelmiszerekkel lehet fedezni. Étrendkiegészítőkkel az 1980-as évektől pótolhatjuk a szervezetünk számára szükséges tápanyagokat és élettani hatású anyagokat. Napjainkban kapszula vagy tableta formájában kiválóan hasznosuló termékek állnak rendelkezésünkre. Nagy szeléntartalmú kapszulázott táplálékkiegészítőket már korábban is előállítottak (8), amelyek főként szelenitet, szelenátot, szeleno-metionint, szelénvel dúsított élesztőt vagy nanoszelént tartalmaznak.

A szelénvel dúsított funkcionális élelmiszerekben a szelén a természetes vagy ahhoz közeli formában fordul elő (5). Az ilyen, bonyolult technológiával készülő élelmiszerek előállításakor a növénynek vagy az állatnak tápanyag-kiegészítőként adják a szelént, amely több átalakuláson megy át, és éri el természetes formáját. Az átalakulások során a szelén oxidációs állapota megváltozhat, ezért fontos annak nyomon követése, hogy a növényi vagy állati eredetű tápanyag milyen formában tartalmazza azt.

### SZELÉNNEL DÚSÍTOTT ÁLLATI EREDETŰ TERMÉKEK ELŐÁLLÍTÁSA

Élelmiszereink többsége kevés szelént tartalmaz, ezért nagy szeléntartalmú funkcionális termékek kidolgozására lenne szükség ahhoz, hogy a táplálékkiegészítők mellett ezen élelmiszerek fogyasztásával is növelni tudjuk Magyarország lakosságának a szelénbevitelét.

Az emelt szeléntartalmú élelmiszerek előállítása viszonylag bonyolult technológiai folyamatokat igényel. Ennek során az állatok takarmányához a szelén valamelyik formáját adagolják, ami a szervezetükben átalakuláson megy keresztül, míg elér egy természetes formát. Mivel az átalakulás folyamán megváltozik a szelén oxidációs állapota, ezért nyomon kell követni azt, hogy milyen formában tartalmazza az állati vagy növényi élelmiszer a szelént.

Szelénkiegészítés hatására a szervezetben található szeléntartalmú enzimek – mint pl. a glutation-peroxidáz – aktivitása nő, a szelено-metionin beépül a fehérjébe, ezzel biztosítva a szervezet optimális működését.

### A TEJ, MINT SZELÉNFORRÁS

A tej, fogyasztásának csökkenése ellenére, alapvető szelénforrásunk, ezért célszerű annak szeléntartalmát növelni. Tejelő tehének takarmányának szelénrel való kiegészítése lehetővé teszi az emelt szeléntartalmú tej előállítását. Magyarországon a KSH adatai alapján az egy főre eső tejfogyasztás 164,2 liter volt 2016-ban. Ez az előző évekhez képest csökkenő tendenciát mutat, ennek ellenére a tej, mint alapvető táplálék, szelénforrásnak számít az ember számára. A tej szeléntartalma átlagosan 25 µg/l, a tej és a tejtermékek 6–10%-ban járulnak hozzá a napi szelénbevitelhez (6). A szarvasmarhák takarmányába adagolt szelén lehetőséget teremt a tej szeléntartalmának növelésére. A Se-kiegészítés történhet szelénrel dúsított növények etetésével, vagy akár a szerves nátrium-szelenit, szerves szelено-metionin és szelено-cisztein, vagy szelénrel dúsított élesztő adagolásával. Az adalék kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a kérődző állatok bendőjében a szelenit oldhatatlan szeleniddé vagy elemi szelénre redukálódhat. A hidrogén-szelenid gáz formájában a bendő- és bélgázokkal, az elemi szelén pedig a bélsárral távozik. Célszerű a szerves formát előnyben részesíteni, mert hatékonyabb a felszívódása, mint a szerves formáé (3).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### SAJÁT VIZSGÁLATOK

Kísérletünkben szelénese tejet szeretnénk volna előállítani szarvasmarhák takarmányának szelénrel történő kiegészítésével. A megvalósításához egy olyan takarmánykiegészítőt választottunk, amely könnyen hozzáférhető a magyar piacon és a szelént szerves formában tartalmazza. Így esett a választásunk egy szelено-metionin tartalmú „SelPlex-2300” élesztőre, amelyhez hordozóanyagként, a könnyebb adagolhatóság érdekében, kukoricadarát kevertünk. A keverék szemcsenagyság- és a szeléneloszlása szerint homogénnek tekinthető, adagolása a takarmányhoz az általunk készített adagolókanál segítségével történt. Az így takarmányozott tehének szelénese tejéből a Codex Alimentarius Hungaricus 2-51. irányelvének (I<sub>2</sub>) figyelembevételével tejtermékeket (joghurt, gomolya, orda, félkemény sajt, túró, savó) állítottunk elő.

Előkísérletünkbe három Szimentáli jellegű szarvasmarhát vontunk be. Mindhárom tehen második laktációs periódusban termelt, átlagos tejtermelésük 4000–5000 liter volt, a tejelő időszakban széna és kukoricaszilázs alaptakarmányon tartva. A kísérlet során mértük az alaptakarmány Se-tartalmát, majd további szelénkiegészítést végeztünk szelénese élesztővel. A naponta elfogyasztott alaptakarmány 0,42 mg szelént tartalmazott. Két héten keresztül 1 mg/tehen/nap, majd további két hétig 2 mg/tehen/nap mennyiségben adagoltunk hozzá megemelt szelén-tartalmú élesztőt (2. táblázat).

A kísérlet során a mintákat minden héten egyszer vettünk a teljesen kifejett tőgy elegytejéből. A szelénbevitelt megelőző két hét alatt is vettünk mintákat, amelyet kontrollnak tekintettünk. A mintákat –25 °C-ra lefagyasztottuk, és mélyhűtőben tároltuk a vizsgálatra történő előkészítésig.

A kontroll és a maximális szelénbevitelkor fejt tejből hőkezelés után tejtermékeket állítottunk elő. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-51. sz. irányelv: Tej és Tejtermékek (I<sub>2</sub>) alapján készítettünk joghurtot, friss sajtot (gomolyát), félkemény sajtot, túró és ordát, és vizsgáltuk a savó összetételét is. Sajt készítéskor a tejet 63 °C-on történő 30 perces hőkezelés után 38 °C alá hűtöttük, majd sajt-kultúrát és természetes tejoltót adtunk hozzá. Mivel elemanalitikai vizsgálatot

*A szerzők szarvasmarhák takarmányának szelénkiegészítésével a tej szeléntartalmát kívánták megemelni*

*A vizsgálatba három Szimentáli jellegű szarvasmarhát vontak be*

*Két héten keresztül 1 mg/tehen/nap, majd további két hétig 2 mg/tehen/nap mennyiségben kaptak szelénkiegészítést*

**Mérték a kifejt tej és a belőle készített különféle tejtermékek szeléntartalmát**

végeztünk, ezért plusz kalciumot nem adunk a tejhez. Az alvadékokat akkor kezdtük el felválni, mikor az már „porcelánosan” tört. Az aprítást lassú kevergetés mellett végeztük, hogy a savóleadás jobb legyen. Amikor az alvadékok már rizsszem nagyságúak voltak formákba szedtük. A félkemény sajtnál rozsdamentes acélformákat használtunk, és a sajtkorongokat sűrített levegős sajtpréssel a nyomást fokozatosan emelve, maximálisan 0,02–0,03 kg/cm<sup>2</sup> erősséggel préseltük. A gomolya esetében műanyag formákat használtunk és a sajtot nem préseltük. A sajtokat 20%-os sófürdőben mérettől függően egy alkalommal megfordítva 12–24 órán át sóztuk.

**2. TÁBLÁZAT.** A takarmányhoz adagolt szelénkiegészítés mértéke a kísérlet alatt

**TABLE 2.** Rate of selenium supplementation added to the basal diet

Kísérlet hete	Szelénkiegészítés (mg) tehén/nap
1–2	0
3–4	1
5–6	2

Az ordát a gomolyasavóból az alábbi módon készítettük. A savót egy fazékban lassan melegítve 95 °C-ig hevítettük, majd hozzáadtunk 1 evőkanál citromsavat. A kiváló pelyhes csapadékot (savófehérje) habszűrő kanállal elválasztottuk, majd lecsöpögtettük. Joghurt készítése esetén 95 °C-on 10 percig hőkezeltük a tejet, majd 35 °C-on beoltottuk, és 16 órán át hűn tartottuk. A mintákat a mérésig fagyaszttva tároltuk.

A tej és tejtermékek szeléntartalmát tömény salétromsavas és hidrogén-peroxidos nedves roncsolás után induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel határoztuk meg. A módszerrel összes-szeléntartalmat mértük (11).

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

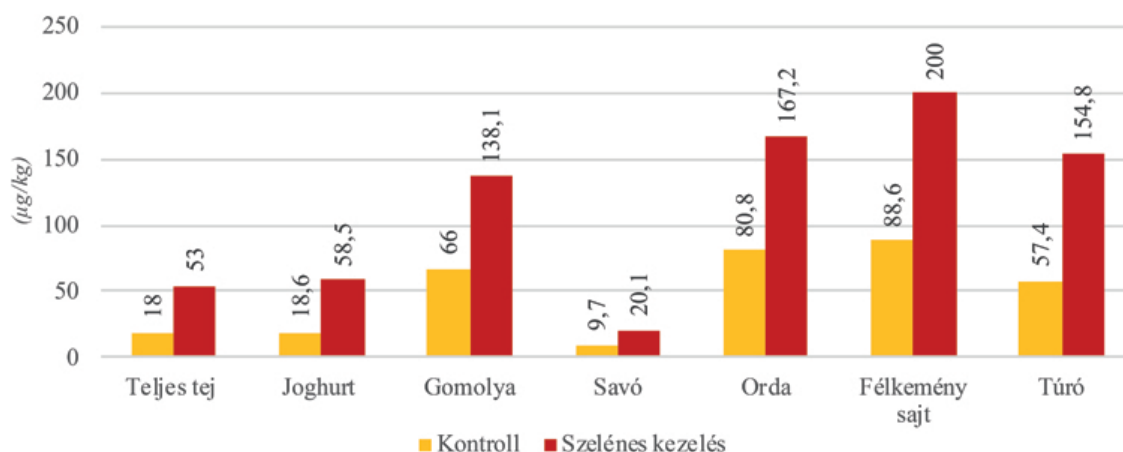
A tejben a Selplex-2300-at tartalmazó takarmánykiegészítés hatására történt szeléntartalom-változásokat a 3. táblázat szemlélteti. A kontroll csoport (1–2 hét) teje 18 µg/kg szelént tartalmazott, ami már 1 mg adagolásakor majd duplájára, 31 µg/kg-ra nőtt, míg a 2 mg-os kiegészítés után megháromszorozódott (53 µg/kg).

**3. TÁBLÁZAT.** A Se ajánlott napi bevitele (RDA) és a legnagyobb tolerálható mennyisége (UL) összehasonlítása (Forrás: 1.)

**TABLE 3.** Comparison of the recommended daily allowance and the upper level of selenium

Kísérlet hete	Napi szelénbevétel (mg/tehén)	A tej szeléntartalma (mg/kg)
1–2	0,42	0,018
3–4	1,42	0,031
5–6	2,42	0,053

Az **Ábrán** sárga színnel a kezelés előtt vett kontroll mintából készült termékek, míg bordó színnel a 2 mg-os kiegészítés alatt fejt tejből készült tejtermékek szeléntartalma látható.



ÁBRA. Tejtermékek szeléntartalma

FIGURE. The selenium content of the dairy products

**A kezelés alatt készült tejtermékek több mint kétszer annyi szelént tartalmaztak, mint a kezelés előttiak**

**A túró esetében a növekedés 170% volt**

A kezelés alatt készült tejtermékek mindegyike több mint kétszer annyi szelént tartalmazott, mint a kontroll. A tej és a joghurt esetén a növekedés szinte azonos mértékű: a kezelés előtt készített joghurtunk 18,6 µg/kg, míg a kezelt tejből készült 58,5 µg/kg szelént tartalmazott. A gomolya szeléntartalma 66,0 µg/kg-ról 138,1 µg/kg-ra emelkedett a kezelés hatására, ami több mint kétszeres növekedést jelentett. A gomolyagyártás után visszamaradt savó is jelentős mennyiségben tartalmaz szelént (kontroll: 9,7 µg/kg, kezelt: 20,1 µg/kg), kb. feleannyit, mint a kiindulási tej szeléntartalma. Ezt vagy ordagyártásra vagy állatok takarmányozására lehet felhasználni. Az orda és a félkemény sajt esetében is hasonló a tendencia, mindkét termék esetén a szeléntartalom kétszeresére nőtt. A kontroll orda szeléntartalma 80,8 µg/kg, a szelénes kezelés alatt 167,2 µg/kg volt. A félkemény sajtban a szelén mennyisége a kezelés hatására 88,6 µg/kg-ról 200 µg/kg-ra nőtt. A túrónál a növekedés 170%-os volt: a kontroll termékben 57,4, míg a szelénes takarmánykiegészítés adagolásakor 154,8 µg/kg-os szeléntartalmat mértünk.

## KÖVETKEZTETÉS

A múlt században még mérgezőnek tartott szelénről kiderült, hogy az élethez elengedhetetlen essenciás nyomelem. Magyarország talajainak nagy része szelénhiányos, ezért az ott termelt élelmiszerek is szelénben szegények. A szelénszükségletünk kielégítésére táplálékkiegészítőket vagy nagy szeléntartalmú funkcionális élelmiszereket kellene fogyasztanunk, mert a tartósan szelénhiányos táplálkozás növeli a szív és érrendszeri megbetegedések, szervműködési zavarok és egyes daganatok kialakulásának esélyét. Az állatoknak adagolt takarmányban adott szelénkiegészítés hatására a tej szeléntartalma 18 µg/kg-ról 53 µg/kg-ra emelkedett. A szeléntartalom a tej feldolgozása során nem vész el, a tejtermékekben is megtalálható. A 2 mg-os kiegészítéskor készített tejtermékek szeléntartalma a következőképp alakult: joghurt 58,5 µg/kg (kontroll: 18,6), gomolya 138,1 µg/kg (kontroll: 66,0), félkemény sajt 200 µg/kg (kontroll: 88,6), túró 154,8 µg/kg (kontroll: 57,4). A savó szeléntartalma a kiegészítés hatására 9,7 µg/kg-ról 20,1 µg/kg-ra emelkedett. Véleményünk szerint az ily módon előállított tej, joghurt, sajtok és túró alkalmasak lehetnek a szervezet szelénstátuszának javítására.

**A szelénkiegészítés jelentősen megnövelte a tej és a tejtermékek szeléntartalmát**

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

1. ANI, C. – GRANTHAM-MCGREGOR, S. – MULLER, D.: Nutritional supplementation in Down syndrome: theoretical considerations and current status. *Dev. Med. Child Neurol.*, 2007. 42. 207–213.
2. BEILSTEIN, M. A. – WHANGER, P. D.: Selenium containing proteins in higher primates. *J. Nutr.*, 1986. 116. 706–712.
3. BOKORI J. – GUNDEL J. – HEROLD I. – KAKUK T. – KOVÁCS G. – MÉZES M. – SCHMIDT J. – SZIGETI G. – VINCZE L.: *A takarmányozás alapjai*. Budapest, Mezőgazda kiadó, 2003. 203.
4. BURKE, M. P. – OPESKIN, K.: Fulminant heart failure due to selenium deficiency cardiomyopathy (Keshan disease). *Med. Sci. Law*, 2002. 42. 10–13.
5. CSAPÓ J. – ALBERT CS. – CSAPÓNÉ KISS Zs.: *Funkcionális élelmiszerek*. Kolozsvár, Scientia Kiadó, 2016. 216.
6. CSAPÓ J. – CSAPÓNÉ KISS Zs.: *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Budapest, Mezőgazda Kiadó, 2002. 464.
7. CSER M. Á. – SZIKLAI-LÁSZLÓ I.: A szelén szerepe a humán medicinában. In: CSER M. Á. – SZIKLAI-LÁSZLÓ I. (Szerk.): *A szelén szerepe a környezetben és egészségvédelemben*. Budapest, Frag Bt., 1998. 139. 28–46.
8. ESZENYI, P. – SZTRIK, A. – BABKA, B. – PROKISCH, J.: Elemental, nano-sized (100–500 nm) selenium production by probiotic lactic acid bacteria. *Int. J. Biosci. Biochem. Bioinforma.*, 2011. 1. 148
9. GÓMEZ-ARIZA, J. L. – POZAS, J. A. et al.: Speciation of volatile forms of selenium and inorganic selenium in sediments by gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.*, 1998. 823. 259–277.
10. GONDI, F. – PANTÓ, G. – FEHÉR, J. – BOGYE, G. – ALFTHAN, G.: Selenium in Hungary. The rock-soil-human system. *Biol. Trace Elem. Res.*, 1992. 35. 299–306.
11. KOVÁCS B. – CSAPÓ J.: *Az élelmiszervizsgálatok műszeres analitikai módszerei*. Debrecen, 2015. 255.
12. MCSHEEHY, S. – YANG, W. et al.: Speciation analysis of selenium in garlic by two-dimensional high-performance liquid chromatography with parallel inductively coupled plasma mass spectrometric and electrospray tandem mass spectrometric detection. *Anal. Chim. Acta*, 2006. 421. 147–153
13. MOLNÁR J.: A szelén antioxidáns hatásai és a szelénellátottság kérdései. *Orvosi Hetilap*, 2013. 154. 1613–1319.
14. OLSON, O. E.: Selenium toxicity in animals with emphasis on man. *J. Am. Coll. Toxicol.*, 1986. 5. 45–70.
15. REILLY, C.: Selenium: A new entrant into the functional food arena. *Trends Food Sci. Tech.*, 1998. 9. 114–118.
16. UNGVÁRI É.: *Nanopartikuláris szelénkészítmények farmakológiai vizsgálata – új lehetőségek a szelénpótlás területén*. Debreceni Egyetem Gyógyszerészeti Tudományok Iskola, Debrecen. 2015. 17–22.
17. WEEKS, B. S. – HANNA, M. S. – COOPERSTEIN, D.: Dietary selenium and selenoprotein function. *Med. Sci. Monitor*, 2012. 18. RA127–RA132.
18. I.; *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK225472/>
19. I.; *Codex Alimentarius Hungaricus 2-51*. [https://www.mvh.allamkincstar.gov.hu/documents/20182/213643/1\\_8/9fd51502-20e1-41cf-b722-c860166d4206](https://www.mvh.allamkincstar.gov.hu/documents/20182/213643/1_8/9fd51502-20e1-41cf-b722-c860166d4206)

Közlésre érk.: 2018. márc. 26.