

Szelénrel dúsított étkezési csírák antioxidáns aktivitásának meghatározása, valamint mikrobiológiai vizsgálatuk

Bódi Éva¹ – Remenyik Judit² – Nemes Andrea² – Homoki Judit² – Peles Ferenc¹ –
Fekete István¹ – Kovács Béla¹

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,

¹Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet, Debrecen

²Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen

bodieva@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen kísérletünkben szelénrel dúsított étkezési csírákat állítottunk elő, amelyeknek az összes antioxidáns aktivitását vizsgáltuk, illetve mikrobiológiai állapotukat határoztuk meg. A kezeléshez szükséges mikroelem kiválasztásánál azt a tényt vettük figyelembe, hogy a mindennapi ételmiszerünk fogyasztásával a szervezetünkbe juttatható szelén mennyisége csekély.

Kutatómunkánk során arra kerestük a választ, hogy a csíráknál alkalmazott növekvő szelénkoncentráció hatására van-e a csírák eredeti antioxidáns kapacitására, amely elsősorban a csírák magas vitamintartalmának köszönhető. Ezen kívül fontosnak tartottuk, hogy mikrobiológiai vizsgálatokat végezzünk, ugyanis a csíráztatás körülményei (hőmérséklet, pH) ideális környezetet teremtenek a mikroorganizmusok szaporodásához. Így célkitűzésünk volt annak meghatározása, hogy az alkalmazott szelén koncentrációk hogyan befolyásolják a csírák összcsíraszámát, kóliformszámát, illetve a *Staphylococcus aureus* ok számát.

A csírák vízdíszíthető és zsírdíszíthető antioxidáns kapacitását PHOTOCHEM kemiluminométer segítségével határoztuk meg, mikrobiológiai állapotuk feltérképezéséhez pedig lemezöntést végeztünk.

Kísérleti eredményeinket kiértékelve megállapítottuk, hogy növekvő szelénkoncentráció hatására, illetve szelénrel kezelt csírák elsősorban a csírák vízdíszíthető antioxidáns kapacitására volt hatással. A búzacsírák vízdíszíthető antioxidáns kapacitása jóval meghaladta a borsócsírában mért értéket, ami összefüggésben lehet azzal, hogy a búzacsírák esetében jóval magasabb C-vitamintartalmat mértünk, amely köztudottan a búzacsírák egyik legfontosabb antioxidáns tulajdonsággal rendelkező vegyülete.

A mikrobiológiai vizsgálati eredményeinkből arra a következtetésre jutottunk, hogy búzacsírák esetében a legnagyobb szelénkoncentráció hatására, illetve szelénrel kezelt csírák esetében van jelentősebb mikrobaszaporodást gátló hatása, borsócsírák esetében viszont a kóliform- és összcsíraszám nem mutatott egyértelmű, csökkenő tendenciát, bár a kezeléseknél kapott értékek mindkét esetben a kontroll értékek alatt voltak.

Kulcsszavak: étkezési csírák, antioxidáns aktivitás, szelén, mikrobiológia

SUMMARY

In this present study, we prepared selenium-enriched food sprouts, where the antioxidant capacity was analysed, we also determined their microbiological status. We took into account the fact, we choose micronutrients to our treatment, that selenium can be delivered to the body by a small amount with the most widely consumed food.

We focused during our research to determine that the increasing concentrations of selenium treatment, in which we used sprouts, knowing fully well that it has an impact on aboriginal antioxidant capacity of sprouts, which is mainly due to high vitamin content of sprouts.

Furthermore, we think it is important to make microbiological analysis, because germination conditions, for example temperature, pH, all this will create an ideal environment for the growth of microorganisms. So we had goal to determine, how the used selenium concentration affect the total plate count, coliform bacteria count and *Staphylococcus aureus* count of sprouts.

We determined the aboriginal water-soluble and lipid-soluble antioxidant capacity of sprout with the PHOTOCHEM chemiluminometer and we applied pour plate technique for the mapping of the microbiological state of sprouts.

Experimental results are evaluated, we state that increasing concentrations of selenite or selenate treatment, is primarily water-soluble antioxidant capacity of sprouts was affected. The water-soluble antioxidant capacity of wheat sprout was much higher than the measured values in pea sprout, this may be linked to what we measured. That is much higher ascorbic acid content in case of wheat sprout, which is well known as one of the most important antioxidant properties compounds of wheat sprout.

We conclude from the results of the microbiological, that the highest concentrations of selenite or selenate treatment has a relative significant anti-microbial effect in case of wheat sprouts. Coliform and total plate count showed no clear decreasing tendency, although the values of treatments in both cases obtained were below the control values.

Keywords: food sprouts, antioxidant capacity, selenium, microbiology

BEVEZETÉS

A szelén szervezetünk nélkülözhetetlen nyomeleme. Számos kutatás igazolja, hogy csökkenti a szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulását, erősíti immunrendszerünket (Combs és Gray, 1998), elősegíti az agy működését (Whanger, 2001), hatástalanítja a ne-

hézfémek (Cd, Hg) mérgező hatását a szervezetünkben (Sasakura és Suzuki, 1998). Navarró-Alarcón és López Martínez (2000) megállapításai szerint közvetlen vagy közvetett módon, de a szelénhiány számos betegség kialakulásában vagy kórképének súlyosbodásában játszhat szerepet, mint például a felnőttkori cukorbetegség, szürkehályog, cisztás fibrózis, agyérkatasztrófa, vas-

tagból fekélyesedés, különféle ráktípusok, valamint szív- és érrendszeri betegségek.

Ezen kívül a szelén egyik legkiemelkedőbb jellemzősége, hogy a szervezet antioxidáns védelmében is részt vesz, ugyanis az antioxidáns hálózatban fontos feladatokat ellátó enzimek alkotója (Herbert et al., 1996). A legismertebb ezek közül az antioxidáns hatású glutation-peroxidáz enzim (GPx), amely minden sejtkben megtalálható. Ez az enzim hidrogén-peroxiddal, valamint más káros hatású lipid- és foszfolipid hidroxidokkal reagálva hatástalanítja az azokból képződött káros szabadgyököket és egyéb reaktív oxigén vegyületeket (Al-Kunania et al., 2001), illetve a DNS károsodást és a metabolikusan aktív karcinogének kialakulását is meggátolja (Karag et al., 1998). Meister és Anderson (1983) munkája rávilágít arra, hogy az enzim működését nemcsak a redukált glutation mennyisége, hanem a szervezet aktuális szelén ellátottsága is meghatározza, vagyis szelén hiányában az enzim működése zavart szenved.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Magvak csíráztatása

A vizsgálatokhoz búza (*Triticum aestivum* L.) és zöldborsó (*Pisum sativum* L.) csírákat állítottunk elő, amelyeket növekvő koncentrációjú szelén oldatokon csíráztattunk. A szelént nátrium-szelenit ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (Fluka, Buchs, Svájc) és nátrium-szelenát (Na_2SeO_4) (Sigma-Aldrich, Steinheim, Németország) formájában, ioncserélt vízben feloldva alkalmaztuk. A kétféle szelénmódosulatot tartalmazó oldatok elkészítéséhez a szükséges koncentrációt szelénre vonatkoztatva számoltuk ki. Az oldatok töménysége 0,1; 1; 10 mg/dm³ volt és a kontrollkezelés desztillált vízen való csíráztatást foglalt magában. A csíráztatás búzaesetében 5 napig, zöldborsó csíránál 4 napig tartott.

Csírák antioxidáns aktivitásának meghatározása

Az antioxidáns aktivitás vizsgálatához a csírákat lefagyasztottuk, liofileztük, porítottuk, majd a mintákból 25 mg/cm³ koncentrációjú oldatokat készítettünk el eppendorf csövekben. A vízdíszható antioxidáns aktivitás (Antioxidant capacity of water soluble ACW) meghatározásánál az oldatkészítéshez desztillált vizet, a zsírdíszható (Antioxidant capacity of lipid soluble ACL) pedig metanolt használtunk fel. Az így előkészített mintát 10 percig 2000 U/min fordulatszámon „2-16 Sartorius” (Sigma) típusú laboratóriumi centrifugán centrifugáltuk. A mérések elvégzéséhez az ily módon kapott szűrlet felülúszóját használtuk fel.

Az antioxidáns kapacitás mérését egy közelmúltban kifejlesztett, Popov és Lewin (1999) kutatásán alapuló PHOTOCHEM készülék segítségével végeztük el. A PHOTOCHEM a fotokemilumineszcencia módszerét alkalmazza, melynek alapvető jellemzője, hogy a molekulák UV fényel gerjesztődnek, melynek hatására a szabadgyökök reakciók, mintegy ezerszer gyorsabban lejátszódnak, mint normál körülmények között. A gerjesztés hatására a vizsgálati elegyhez külsőleg hozzáadott fotokémiai érzékenyítő komponensből szuperoxid anionok szabadulnak fel, amelyek a minta an-

tioxidáns aktivitású vegyületeinek arányában eliminálódnak. A maradék szuperoxid anionok ezt követően reagálnak a mintához adott specifikus szuperoxid anion fotokémiai detektor vegyülettel, melynek következtében fotonok emittálódnak. A műszer ezt a specifikus, fotokémiai reakció által kibocsátott ún. kemilumineszcenciát méri, azaz közvetett módon a mintában lévő antioxidáns kapacitást határozza meg.

A folyamat során generált mérőszignál regisztrálódik. A vízdíszható antioxidánsok esetében a kapott görbe első deriváltja által meghatározott inflexiós ponthoz húzott érintő x tengelymetszete adja a minta antioxidánsainak mennyiségét aszkorbinsavra vonatkoztatva. A zsírdíszható antioxidánsok esetében pedig a kapott görbe alatti terület integrálta adja meg a minta antioxidáns koncentrációját trolox ekvivalenciában.

Csírák C és E-vitamin tartalmának vizsgálata

A csírák C-vitamin tartalmának meghatározásához szükséges mintelőkészítést Gyémánt és Kandra (2006) által meghatározott módon végeztük el. A kapott oldatokból a C-vitamin mennyiségét fotometrián határoztuk meg 496 nm hullámhosszon. A meghatározásnál a C-vitamin redukáló tulajdonságát használtuk fel, amely során a Fe(III) ionokból ekvivalens mennyiségű Fe(II) ionok keletkeznek, melyek színes komplexet képeznek az α, α -dipiridil reagenssel.

A csírák tokoferol tartalmának megállapításához a mérést nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával (HPLC) végeztük el. A meghatározáshoz hexános kioldást alkalmaztunk, majd a mintánkat 1 órán át tartó kevertetést követően szűrtük és bepárooltuk.

Mikrobiológiai vizsgálatok

A csírák összcsíraszámának vizsgálatához az MSZ EN ISO 4833:2003 szabványnak megfelelően TGE (tripton-glükóz-élesztő) agar táptalajt használtunk. Az inkubálás aerob körülmények között 30 °C hőmérsékleten, 72±3 óra időtartamig tartott. A csírák coliformszámának meghatározásához Colinstant táptalajt használtunk az ISO 4832:2006 szabványnak megfelelően. Az inkubálás 30 °C hőmérsékleten, 24±2 óra időtartamig aerob körülmények között történt. A csírák *Staphylococcus aureus* számának meghatározása az MSZ EN ISO 6888-1 (2000) nemzetközi szabvány alapján történt, tojássárga és tellurit emulzióval kiegészített Baird-Parker agaron. Az inkubálás 37 °C hőmérsékleten, 48±2 óra időtartamig tartott aerob körülmények között.

A szabványokban meghatározott inkubálási idő elteltével a lemezekon kifejlődött telepeket megszámláltuk. Azokat a Petri-csészéket vettük figyelembe, melyeknél a telepek száma 15 és 300 között volt.

Statisztikai módszer

Az eredmények statisztikai kiértékelésére Graph-Pad Prism 3.02 statisztikai programot alkalmaztunk. A paraméterek és az egyes tényezők közötti összefüggés statisztikai vizsgálatához egytényezős varianciaanalízist és Tukey-tesztet használtunk. 5%-os P-érték alatt tekintettük a próbákat szignifikánsnak.

EREDMÉNYEK

Csírák vízdítható és zsírdítható antioxidáns aktivitása, illetve C-vitamin és tokoferol tartalmuk

A csírák vízdítható antioxidáns aktivitását az 1. táblázat szemlélteti. A számértékek azt mutatják, hogy a szelenit, illetve szelenát kezelés nagyságrendileg hasonló értékeket eredményezett a csírák antioxidáns tulajdonságú vegyületeinek koncentrációjában. Azonban míg a szelenit kezelés jelentős növekedést váltott ki az antioxidáns kapacitásban mindkét csíranövénynél, addig a szelenát kezelés esetében azt tapasztaltuk, hogy az antioxidánsok mennyisége csak az 1 mg/dm³-es kezelésig nőtt, és a legnagyobb kezelésnél visszaesett, bár még mindig meghaladta a kontroll értéket. A táblázat

alapján az is megállapítható, hogy a búzacsírák vízdítható antioxidáns kapacitása jóval nagyobb, mint a borsócsíráké.

Feltételezésünk szerint ez a különbség azzal magyarázható, hogy a búzacsírákban sokkal magasabb C-vitamin értékeket mértünk, ahogyan azt a 2. táblázat is illusztrálja. Véleményünk szerint valószínűleg e magas C-vitamin tartalomnak, mint vízdítható antioxidánsnak köszönhető, hogy a búzacsírában mért antioxidáns kapacitás a borsócsíráéhoz viszonyítva lényegesen nagyobb.

A zsírdítható antioxidáns aktivitás mérésénél azt tapasztaltuk, hogy sem a szelenit, sem a szelenát kezelés nem befolyásolta számottevően a csírákban a zsírdítható antioxidáns tulajdonságú vegyületek mennyiségét (3. táblázat).

1. táblázat

Szelenitet, illetve szelenátot tartalmazó oldaton nevelt 4 napos borsócsíra és 5 napos búzacsíra vízdítható antioxidáns kapacitása (µg/mg szárazanyag) kontroll; 0,1; 1 és 10 mg/dm³ Se kezelések esetén (n=3)

Kezelések(1)	Borsócsírák antioxidáns aktivitása ACW(2)		Búzacsírák antioxidáns aktivitása ACW(3)	
	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)
Kontroll(6)	0,101 ± 0,001	0,101 ± 0,001	6,42 ± 0,08	6,42 ± 0,84
0,1	0,238 ± 0,014	0,201 ± 0,119	6,24 ± 0,60	7,32 ± 0,61
1	0,235 ± 0,022	0,287 ± 0,032	7,05 ± 0,28	9,83 ± 1,99
10	0,327 ± 0,131	0,200 ± 0,006	7,23 ± 0,63	9,30 ± 0,61

Table 1: In case of control; 0,1; 1; 10 mg dm⁻³ Se treatments, the water-soluble antioxidant capacity of the 4 days old pea sprout and 5 days old wheat sprout grown on a solution containing selenite or selenate (µg mg⁻¹ dry mass) (n=3)

Treatments(1), Antioxidant capacity of pea sprouts ACW(2), Antioxidant capacity of wheat sprouts ACW(3), At selenite treatment(4), At selenate treatment(5), Control(6)

2. táblázat

Szelenitet, illetve szelenátot tartalmazó oldaton nevelt 4 napos borsócsíra és 5 napos búzacsíra C-vitamin tartalma (mg/100 g) kontroll; 0,1; 1 és 10 mg/dm³ Se kezelések esetén (n=3)

Kezelések(1)	Borsócsírák C-vitamin tartalma(2)		Búzacsírák C-vitamin tartalma(3)	
	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)
Kontroll(6)	94,0 ± 6,3	94,0 ± 6,3	251 ± 27	251 ± 27
0,1	67,9 ± 26,7	106 ± 50	451 ± 87	534 ± 36
1	89,1 ± 37,8	141 ± 137	572 ± 50	312 ± 116
10	93,6 ± 19,4	93,6 ± 6,7	259 ± 64	530 ± 2

Table 2: In case of control; 0,1; 1; 10 mg dm⁻³ Se treatments, the ascorbic acid content of the 4 days old pea sprout and 5 days old wheat sprout grown on a solution containing selenite or selenate (mg 100 g⁻¹) (n=3)

Treatments(1), Ascorbic acid content of pea sprouts(2), Ascorbic acid content of wheat sprouts(3), At selenite treatment(4), At selenate treatment(5), Control(6)

3. táblázat

Szelenitet, illetve szelenátot tartalmazó oldaton nevelt 4 napos borsócsíra és 5 napos búzacsíra zsírdítható antioxidáns kapacitása (µg/mg szárazanyag) kontroll; 0,1; 1 és 10 mg/dm³ Se kezelések esetén (n=3)

Kezelések(1)	Borsócsírák antioxidáns aktivitása ACL(2)		Búzacsírák antioxidáns aktivitása ACL(3)	
	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)
Kontroll(6)	1,75 ± 0,14	1,75 ± 0,14	1,03 ± 0,08	1,03 ± 0,08
0,1	1,53 ± 0,13	1,43 ± 0,13	1,22 ± 0,09	1,01 ± 0,18
1	1,45 ± 0,07	1,68 ± 0,23	1,16 ± 0,04	1,23 ± 0,03
10	1,47 ± 0,28	1,15 ± 0,17	1,03 ± 0,11	1,18 ± 0,09

Table 3: In case of control; 0,1; 1; 10 mg dm⁻³ Se treatments, the lipid-soluble antioxidant capacity of the 4 days old pea sprout and 5 days old wheat sprout grown on a solution containing selenite or selenate (µg mg⁻¹ dry mass) (n=3)

Treatments(1), Antioxidant capacity of pea sprouts ACL(2), Antioxidant capacity of wheat sprouts ACL(3), At selenite treatment(4), At selenate treatment(5), Control(6)

A 3. táblázat alapján az is megállapítható, hogy a borsócsíránál mért értékek néhány tizeddel meghaladták a búzacsírák esetében megállapított antioxidáns aktivitást. Feltételezésünk szerint ez az eredmény a csírák eltérő tokoferol izomerjeivel hozható összefüggésbe. A csírák tokoferol kromatogramjain (1–2. ábra) ugyanis megállapítható, hogy búzacsírában elsősorban az α -izomer halmozódik fel, amely mellett megjelent a

kromatogrammon a szerkezeti analógja, a tokotrienol is; míg a borsócsírában egyértelműen a γ -forma jelenléte dominál. Mivel a γ -izomernek a kémia szerkezetéből adódón nagyobb az antioxidáns aktivitása (Dietrich et al., 2006), ez magyarázattal szolgál arra, hogy borsócsíránál mért antioxidáns értékek miért haladták meg néhány tizeddel a búzacsírák esetében megállapított antioxidáns aktivitást.

1. ábra: Borsócsírák HPLC kromatogramja

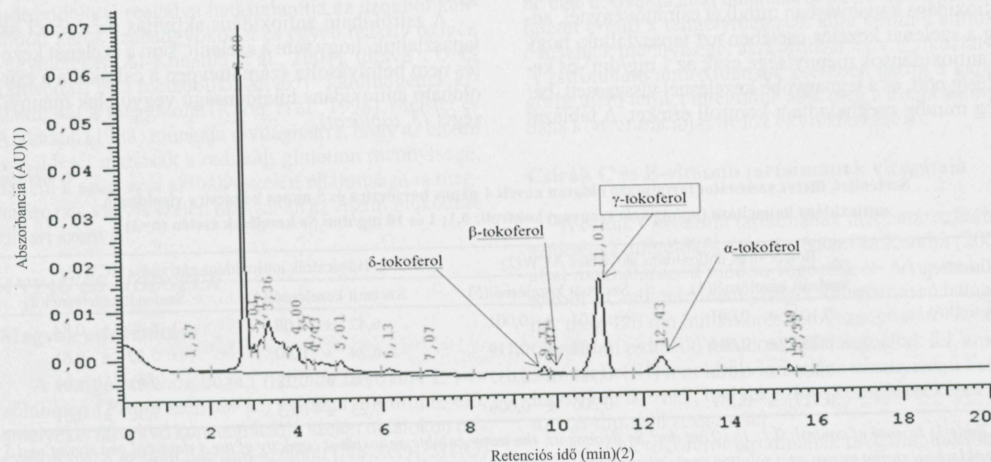


Figure 1: HPLC chromatogram of pea sprouts
Absorbance (AU)(1), Retention time (min)(2)

2. ábra: Búzacsírák HPLC kromatogramja

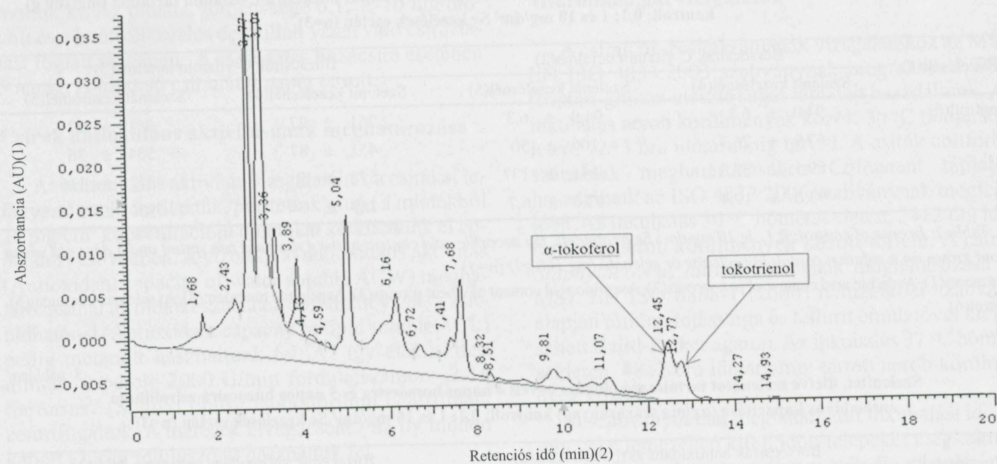


Figure 2: HPLC chromatogram of wheat sprouts
Absorbance (AU)(1), Retention time (min)(2)

Csírák mikrobiológiai vizsgálatainak eredményei

Mikrobiológia vizsgálataink során megállapítottuk, hogy *Staphylococcus aureus* sem kontroll, sem a kezelt mintákban nem volt jelen.

A borsócsírákon végzett mikrobiológia vizsgálatok eredményeit a 4. táblázat szemlélteti. A táblázat alapján megállapítható, hogy a kezelések hatására némi ingadozás megfigyelhető ugyan a kóliform- és összcsíraszám tekintetében, de a szignifikáns csökkenést kóliformszám esetén csak a kontroll és 10 mg/dm³ szelenit

kezelés, illetve összcsíraszám esetén csak a kontroll és a 0,1 mg/dm³ szelenát kezelések között tudtunk kimutatni.

A búzacsírákon végzett mikrobiológia vizsgálataink eredményeit az 5. táblázatban foglaltuk össze. Búzacsírák esetén, kóliformszám meghatározásánál azt tapasztaltuk, hogy hatásos volt a kezelés, ugyanis a legmagasabb koncentrációjú szelenit kezelés közel 50%-

os, a legmagasabb koncentrációjú szelenát kezelés megközelítőleg 70%-os kóliformszám csökkenést eredményezett a kontroll búzacsírákhoz viszonyítva. Összcsíraszám esetében szintén a 10 mg/dm³ Se kezelés bizonyult leghatásosabbnak, hiszen a kóliformszámhoz hasonlóan a mikrobaszám ezeknél a kezelésekénél volt a legkisebb.

4. táblázat

Szelenitet, illetve szelenátot tartalmazó oldaton nevelt borsócsírák kóliformszáma (10³ TKE/g) és összcsíraszám (10⁶ TKE/g) kontroll; 0,1; 1 és 10 mg/dm³ Se kezelések esetén

Kezelések(1)	Kóliformszám(2)		Összcsíraszám(3)	
	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)
Kontroll(6)	9400 ^a ± 566	9400 ^a ± 566	302 ^a ± 172	302 ^a ± 172
0,1	4600 ^a ± 849	2900 ^a ± 1556	133 ^a ± 83	36 ^b ± 20
1	4700 ^a ± 1838	6850 ^a ± 3040	124 ^a ± 74	100 ^a ± 28
10	1450 ^b ± 636	4700 ^a ± 3253	120 ^a ± 69	55 ^a ± 7

Table 4: In case of control; 0,1; 1; 10 mg dm⁻³ Se treatments, coliform count (10³ CFU g⁻¹) and total plate count (10⁶ CFU g⁻¹) of the 4 days old pea sprout grown on a solution containing selenite or selenate (n=3)
Treatments(1), Coliform count(2), Total plate count(3), At selenite treatment(4), At selenate treatment(5), Control(6)

5. táblázat

Szelenitet, illetve szelenátot tartalmazó oldaton nevelt búzacsírák kóliformszáma (10³ TKE/g) és összcsíraszám (10⁶ TKE/g) kontroll; 0,1; 1 és 10 mg/dm³ Se kezelések esetén

Kezelések(1)	Kóliformszám(2)		Összcsíraszám(3)	
	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)	Szelenit kezelésnél(4)	Szelenát kezelésnél(5)
Kontroll(6)	42,3 ^a ± 28,8	42,3 ^a ± 28,8	1653 ^a ± 145	1653 ^a ± 145
0,1	37,7 ^a ± 15,4	98 ^a ± 41,6	1913 ^a ± 1294	828 ^a ± 698
1	38 ^a ± 14,6	58,7 ^a ± 26,9	2443 ^a ± 929	1193 ^a ± 634
10	23,2 ^a ± 14,6	13,9 ^b ± 5,9	157 ^b ± 99	521 ^a ± 82

Table 5: In case of control; 0,1; 1; 10 mg dm⁻³ Se treatments, coliform count (10³ CFU g⁻¹) and total plate count (10⁶ CFU g⁻¹) of the 5 days old wheat sprout grown on a solution containing selenite or selenate (n=3)
Treatments(1), Coliform count(2), Total plate count(3), At selenite treatment(4), At selenate treatment(5), Control(6)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007 és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta.

A projektek az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- Al-Kunania, A. S.–Knight, R.–Haswell, S. J.–Thompson, J. W. (2001): Lindow The selenium status of women with a history of recurrent miscarriage, British Journal of Obstetrics and Gynaecology. 108: 1094–1097.
- Combs, G. F.–Gray, W. P. (1998): Chemopreventive agents: selenium. Pharmacology & Therapeutics. 79: 179–192.
- Dietrich, M.–Traber, M. G.–Jacques, P.–Cross, C. E.–Hu, Y.–Block, G. (2006): Does gamma-tocopherol play a role in the primary prevention of heart disease and cancer? A review. Journal of the American College of Nutrition. 25. 4: 292–299.
- Gyémánt Gy.–Kandra L. (2006): C-vitamin meghatározás. [In: Biokémiai gyakorlatok.] Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen. 37–39.
- Herbert, V.–Shaw, S.–Jayatileke, E. (1996): Vitamin C driven free radicals generation from iron. J. Nutr. 126: 1213–1220.
- ISO 4832:2006: Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coliforms – Colony-count technique.
- Karag E.–Németh I.–Férke A.–Hajdú J.–Pintér S. (1998): A vörösvértest szelén és antagonistá nyomelemek, valamint a plazma antioxidánsok koncentrációja és összefüggése érett újszülöttek köldökzsinór vérében. [In: Cser M. Á.–Sziklai-László I. (szerk.) A szelén szerepe a környezetben és egészségvédelemben.] Frag Bt. Budapest. 112–114.
- Meister, A.–Anderson, M. E. (1983): Glutathione. Annual Review of Biochemistry. 52: 711–747.

- MSZ EN ISO 4833:2003: Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálásához. Telepszámlálási technika 30 °C-on.
- MSZ EN ISO 6888-1 (2000): Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a koagulázpozitív *staphylococcus*-ok (*Staphylococcus aureus* és más fajok) számának meghatározására. 1. rész: Baird-Parker agar táptalajt tartalmazó eljárás.
- Navarro-Alarcón, M.–López-Martínez, M. C. (2000): Essentiality of selenium in the human body: relation with different diseases. The Science of the Total Environment. 249: 347–371.
- Popov, I.–Lewin, G. (1999): Characterisation by means of chemiluminescent technique. [In: Lester, P. (ed.) Methods in enzymology – Oxidants and antioxidants – Part B.] Academic Press. 300: 437–456.
- Sasakura, C.–Suzuki, K. T. (1998): Biological interaction between transition metals (Ag, Cd and Hg), selenide/sulfide and selenoprotein P. Journal of Inorganic Biochemistry. 71. 3–4: 159–162.
- Whanger P. D. (2001): Selenium and the brain: A review. Nutritional neuroscience. 4: 81–97.