

# Szabadföldi paradicsom arzén felvétele humuszos homoktalajon

Hüvely Attila<sup>1</sup>, Pető Judit<sup>2</sup>, Tóthné Taskovics Zsuzsa<sup>3</sup>, Kovács András<sup>4</sup>  
<sup>1, 2, 3, 4</sup>Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar

**Összefoglalás:** A Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Karán 2006-ban indítottunk kísérletsorozatot azzal a céllal, hogy a dél-alföldi régióban termesztett zöldségnövények arzénfelvevő és akkumuláló tulajdonságait vizsgáljuk arzénnel szennyezett öntözővíz felhasználásának hatására. Jelen dolgozatban a paradicsom tesztnövényekkel gyűjtött tapasztalatokat ismertetjük. A vizsgálatokat 2011 és 2012-ben végeztük. Tesztnövényünket szabadföldi, tenyészedejnyes technológiával termesztettük. Az öntözővízben alkalmazott arzéndózisok modellezik a természetben is előforduló arzén koncentrációkat: 0-50-100-200 µg/l és képviselnek provokatív dózisokat is: 400-800 µg/l. A növényeket külön vizsgáltuk esőztető és csepegtető öntözés mellett. A növényi részek arzéntartalmát ICP-OES technikával határoztuk meg.

**Abstract:** The arsenic polluted drinking and sprinkling water might appear in the southern regions of Hungary. Arsenic levels sometimes exceed the 200 µg/l limit, allowed in underground water in Hungary. In the teamwork of Soil and Plant Testing Laboratory and the Institute of Ornament and Vegetable Growing (Kecskemét College, Faculty of Horticulture) we studied some of the effects of sprinkling water containing arsenic pollution on different vegetables since 2006. In this work, tomato in plant pot was used as an indicator plant. The aim of our examination was to clear up the effect of arsenic on the degree of arsenic accumulation. We used 50, 100, 200, 400 and 800 µg/l arsenic pollution doses. The two highest concentrations can be present only in extreme sprinkling conditions, and can be important in plant-physiological aspect. Our experiments were carried out in 2011 and 2012. Arsenic concentrations in roots, leaves and fruit of the plants were analyzed by ICP-AES spectrometer (HORIBA Jobin Yvon) after microwave digestion of dried homogenized plant parts.

**Kulcsszavak:** paradicsom, arzén, szennyezett öntözővíz, ICP-OES

**Keywords:** tomato, arsenic, polluted sprinkling water, ICP-AES

## 1. Bevezetés

Az arzén (As) már régóta jól ismert, a hazai kútvezekben is előforduló toxikus elem. Hazánkban az 1980-as évek elején bizonyosodott be, hogy az ország délkeleti megyéiben (Bács- Kiskun, Békés, Csongrád és Szolnok megye) az ivóvízadó bázishelyeken és az ivóvízben az akkor érvényes szabványban szereplő, 50 µg/l töménységet meghaladó arzéntartalom van.

Az arzén természetes jelenléte a felszín alatti vizekben a magyarországi vízszolgáltatóknak tehát komoly problémát okoz, mert a fogyasztásra szánt víz megtisztítása igen költséges feladat.

Nem szabad azonban megfeledkeznünk arról, hogy a hazai zöldségtermesztő terület (évente átlagosan 50-60 ezer ha) kb. 80%-a az arzénes kútvízzel érintett dél-alföldi térségben fekszik, vagyis mind a hajtásban, mind a szabadföldi körülmények között termesztett zöldségféléink érintkezhetnek arzénnel szennyezett öntözővízzel. Az arzén akkumulációja az egyes fogyasztásra szánt növényi részekben persze nem törvényszerű. A növények toxikus-elem toleráló képessége más és más. Érdeemes azonban felderíteni, hogy a térségben termelt

zöldségfajok közül melyekben jelenhet meg a fogyasztás szempontjából már kritikus élelmiszer-arzén érték (0,200 mg/kg As, eredeti nedvességtartalmú termékre vonatkoztatva). A jelen cikkben bemutatott kísérletek célja annak vizsgálata, hogy zöldségféléink közül a paradicsom - szabadföldi körülmények között természetve- mekkora mértékben képes az arzén felvételére és akkumulációjára arzénrel szennyezett öntözővíz hatására.

[5.] egy Ohio-ban végzett fitoremediációs kísérletben 22 különböző növényfajt alkalmazva igazolta, hogy egyes növények valóban igen magas arzén mennyiséget képesek felhalmozni. Az általuk vizsgált borzas kúpvirág és őszi napfényvirág fajok igen magas, akár 250 mg/l-es arzénkoncentrációt is elérő hidrokultúrás tápoldatban fejlődve, 660 és 360 mg/kg sz.a. arzénkoncentrációt értek el a szárban és a levélben, két hét alatt.

Kádár Imre Nagyhorcsökön beállított, 13 különböző toxikus elemmel végzett (köztük volt az arzén is) kísérleti eredményei azt mutatták, hogy szántóföldi tesztnövényeinek gyökerében maximálisan 30 mg/kg, szárában és levelében 1-5 mg/kg arzén koncentráció alakult ki, a talajba kevert fémsók hatására [6].

[7.] et al. paradicsom növényeken vizsgálták különböző arzén dózisok felhalmozódását és az egyes növényi részekre gyakorolt hatását (növény magassága, szár átmérője, szár és a gyökér hossza, friss és száraz szár, levél, termés tömege). A kísérletet három arzén dózissal (2; 5 és 10 mg/l nátrium-arzenittel ( $\text{NaAsO}_2$ )) végezték, amit tápoldat formájában juttattak ki. A szár, a levelek és a termés mennyiségének csökkenését észlelték. A legnagyobb csökkenés (76,8%-os) a levél tömegében és a paradicsomtermés mennyiségében mutatkozott. A legnagyobb arzén koncentrációt a gyökérzetben mutatták ki. A növekvő arzén dózisok egyre növekvő növény arzén koncentrációkat okoztak.

## 2. Anyag és módszer

A paradicsom tesztnövényvel végzett szabadföldi kísérleteket a Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar Bemutatókertjében végeztem el 2011 és 2012-ben. A vizsgálatok szabadföldi, mikroparcellás kísérletnek tekinthetők, de a növények – környezetvédelmi okok miatt- tenyészedenyekre emlékeztető, földbe süllyesztett műanyag növényládákban fejlődtek. Az első szabadföldi kísérletek beállítása előtt, 2011 tavaszán a ládákból talajmintákat vettem, és a Kar laboratóriumában kollégáimmal közösen megvizsgáltam. Az eredmények alapján a ládák talaja átlagos termőképességű humuszos homoktalaj,  $\text{pH}_{(\text{KCl})} = 7,42$ ;  $\text{K}_A = 32$ ; vízdoldható összes só = 0,02 m/m%; szénsavas mész ( $\text{CaCO}_3$ ) = 2,98 m/m%; humusz = 2,48 m/m%, a ládák talaja homogénnek, azonosnak tekinthető.

A paradicsom magvetését és a palánták tápkockás nevelését a Kar Dísznövény- és Zöldségtermesztési Intézete végezte 2011. és 2012. március elejétől. A nevelés tápkockában, fóliasátras körülmények között történt.

A palántákat 2011-ben május 26-án, 2012-ben május 18-án ültettük a növényládákba. A nevelés augusztus 31-ig és augusztus 24-ig zajlott.

A kísérlethez mindkét évben 22 db növényládát használtam fel. Egy ládába 2 tő paradicsom került. 20 db ládában az egyes öntözési kezeléseket, 2 db ládában a kontrol vizsgálatot végeztem el.

A paradicsom szabadföldi kísérletében 5 különböző arzén koncentrációt és a kontrol, vagyis arzénmentes öntözővízzel végzett kezelést alkalmaztam. Az arzén dózisok: 50, 100, 200, 400 és 800  $\mu\text{g/l}$ , melyek közül az első 3 dózis a dél-magyarországi felszín alatti vizekben és kútvezetekben előforduló arzén koncentráció modellezésének, a két utolsó dózis pedig már provokatív jellegű, jelentős szennyezésnek tekinthető koncentrációnak felel meg. A két nagyobb dózis (400 és 800  $\mu\text{g/l}$ ) a hazai öntözővizekben még engedélyezett 200  $\mu\text{g/l}$ -es határérték kétszerese, illetve négyszerese.

Az arzénnel szennyezett öntözővíz kijuttatása két különböző módszer segítségével valósult meg. A kísérletekben a két öntözési módot két különböző tényezőnek tekintjük. Az első az úgynevezett *esőztető öntözést* modellezi, vagyis a szennyezett víz először a növény levelével érintkezik. Ennek célja, hogy a növény föld feletti részeivel rendszeresen érintkező szennyezett víz hatását külön kimutathassam. A második öntözési módszer a *csepegtető módszer*, mely során az arzénnel szennyezett öntözővíz nem kerül a növények lombzatára.

A két különböző öntözési módszert kézi, öntözőkannás megoldással lehetett megvalósítani. Az esőztető öntözés során a vizet öntözőrózsa felhasználásával, csepegtető öntözés esetén anélkül juttattuk a növényekre illetve közvetlenül a talajra (1. ábra).



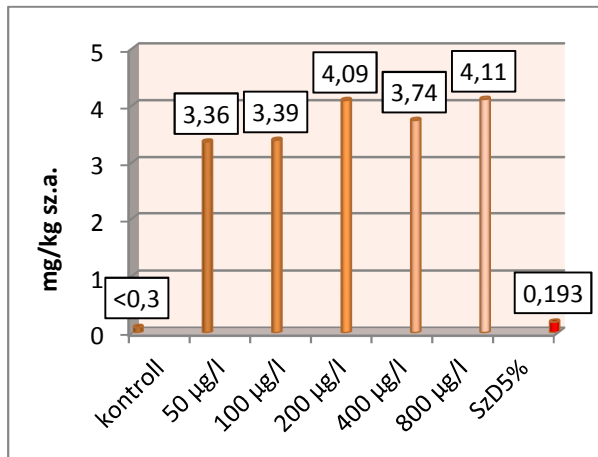
1. ábra. Az esőztető és a csepegtető öntözési módszer megvalósítása

A vizsgálatok során úgy terveztem meg a mintavételezést, hogy a vegetatív és generatív növényi részek egyaránt mintázhatók legyenek, így mintázásra került a gyökérzet, a lombzat és a fogyasztás szempontjából jelentős bogyótermés is. A tervezésnél figyelembe kellett venni azt is, hogy a mintavételt több, egymást követő időpontban kell elvégezni, mert a paradicsom folyamatosan termett, az érés megkezdése után átlagosan kéthetente termésmintát kellett szedni. Jelen dolgozatban a levél és a termésminták eredményeit ismertetem.

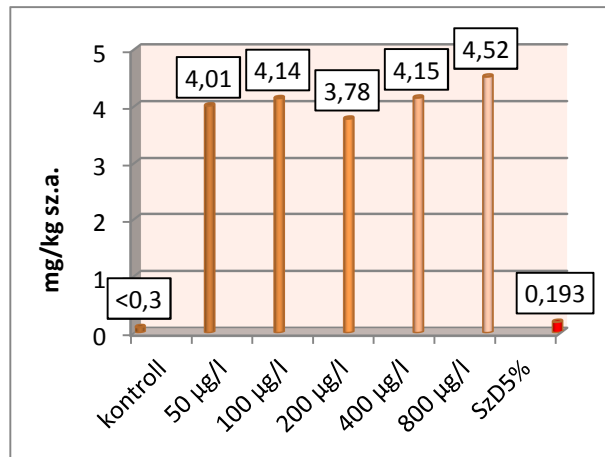
### 3. Eredmények

A paradicsom tesztnövény vizsgálata során 2011-ben három, 2012-ben két alkalommal szedtünk levélmintát. A mintázáskor a hajtás felső egyharmadáról gyűjtöttünk kifejlett, de nem idős leveleket. Mivel determinált fajtát vizsgáltunk, melynél a hajtás növekedése augusztus végére befejeződik, a mintaidőpontok előrehaladtával megközelítőleg ugyanazt a levélhalmazt mintáztuk.

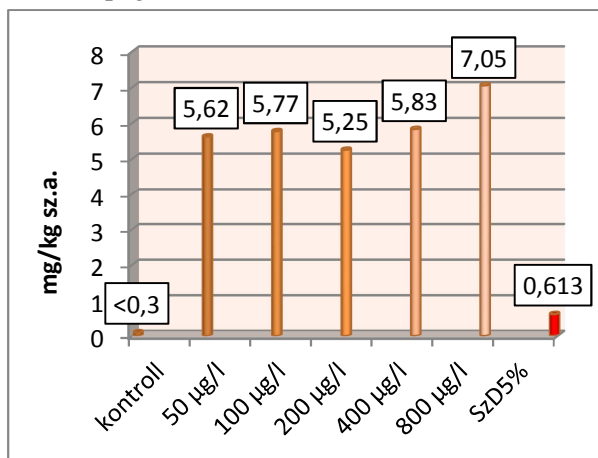
A 2011. évi vizsgálatban, csepegtető öntözés mellett kimutatható a levelek arzéntartalmának növekedése, az elmozdulás a kontroll és bármely más dózis eredményeit összevetve a legjelentősebb. A szignifikáns különbség a kontroll kezelés és az arzénnel kezelt növények eredményei között áll fenn. Az egyre növekvő arzéndózisok eredményei között csak néhány esetben van szignifikáns különbség, és az is előfordul, hogy a változás a növekvő dózisokkal szemben éppen fordított, csökkenő irányú (2., 3. és 4. ábra).



2. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma csepegtető öntözés hatására, 2011.07.27.



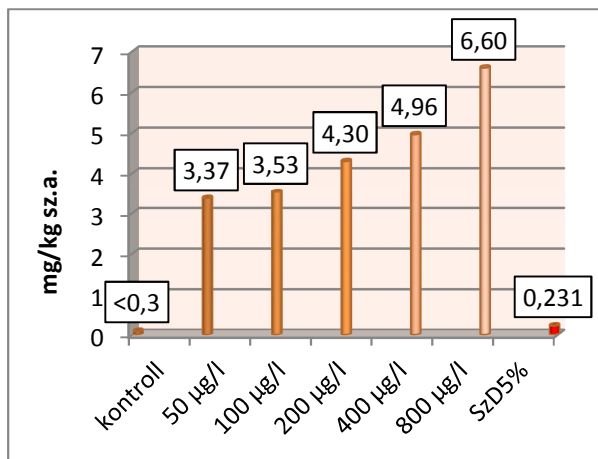
3. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma csepegtető öntözés hatására, 2011.08.18.



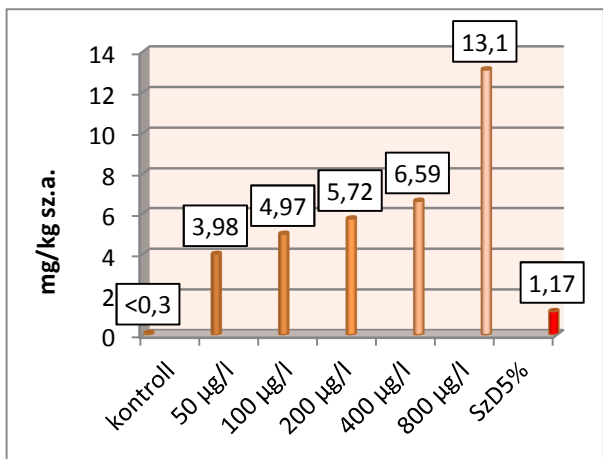
4. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma csepegtető öntözés hatására, 2011.09.01.

Fenti ábrákon látható, hogy a levelek arzéntartalma a tenyészidő előrehaladtával folyamatosan nőtt, az első és a harmadik mintavételi időpont értékeit összehasonlítva, a növekedés minden dózis esetében fennáll. Az utolsó alkalommal, szeptember elsején vett levélminták arzén koncentrációja a 800 µg/l-es dózis esetében 70%-al magasabb, mint a 35 nappal korábban gyűjtött leveleké (4,11 és 7,05 mg/kg).

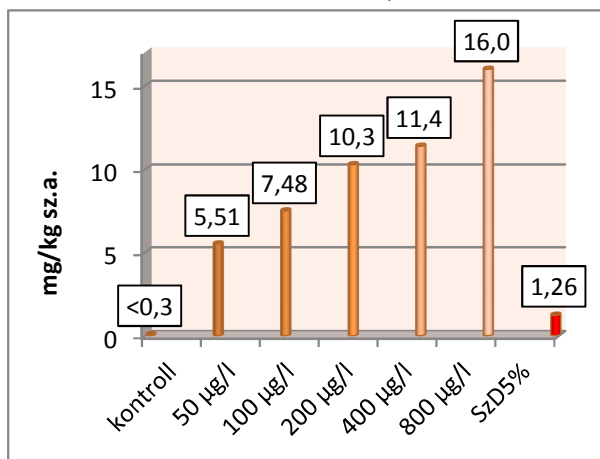
Az esőztető öntözés mellett a levelek arzéntartalmának növekedése egyenletesebb az egyre növekvő öntözővíz arzénkoncentráció hatására (5., 6. és 7. ábra). A statisztikailag igazolt különbség az első és a második mintavétel idején a 4 illetve 2 legmagasabb dózis esetén, az utolsó mintavétel idején már – egy kivétellel – az összes egymás követő dózis esetén kimutatható a dózisértékek között, valamint a kontroll és a dózisértékek eredményei között is. Az esőztető öntözés mellett is igaz, hogy az időben egymást követő mintavételek során egyenletesen nőtt a levelek arzénkoncentrációja, a növekedés minden mintavétel, összes dózisa esetében tapasztalható.



5. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma esőztető öntözés hatására, 2011.07.27.



6. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma esőztető öntözés hatására, 2011.08.18.

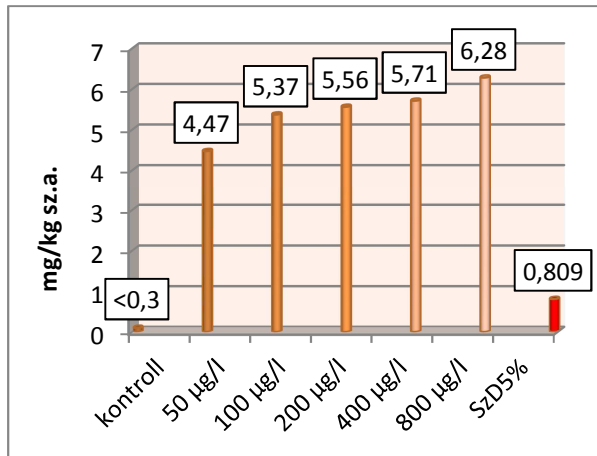


7. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma esőztető öntözés hatására, 2011.09.01.

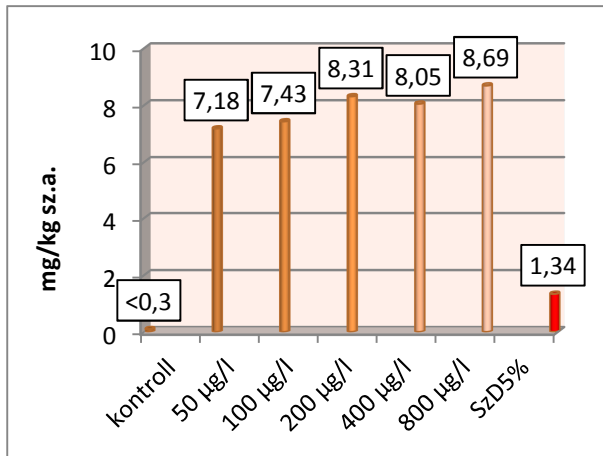
A legmagasabb levél arzénkoncentráció, esőztető öntözés hatására 16,0 mg/kg sz. a. 2011-ben.

2012-ben, csepegető öntözést alkalmazva szintén növekedett a levelek arzén koncentrációja a szennyezett öntözővíz hatására (8. és 9. ábra). Az első mintavétel idején (08.01.) a szignifikáns különbség a kontroll, az első és a második dózis, valamint a két legnagyobb dózis eredményei között áll fenn. A második mintavételkor (08.08.) már kiegyenlítettebb koncentrációkat tapasztaltam, az igazolt különbség csak a kontroll és az első dózis, valamint az első és a legnagyobb dózis eredményei között mutatható ki.

A második időpontban végzett mintavételkor (08.08.) ennél a kezelésnél is tapasztaltam As-tartalom növekedést a megelőző mintavétel (08.01.) eredményeihez viszonyítva. A növekedés rátája főként a kisebb dózisoknál jelentős, pl. az 50µg/l-es öntözővíz As-koncentráció esetében 62%-os (4,47 és 7,18 mg/kg) mindössze egy hét alatt.



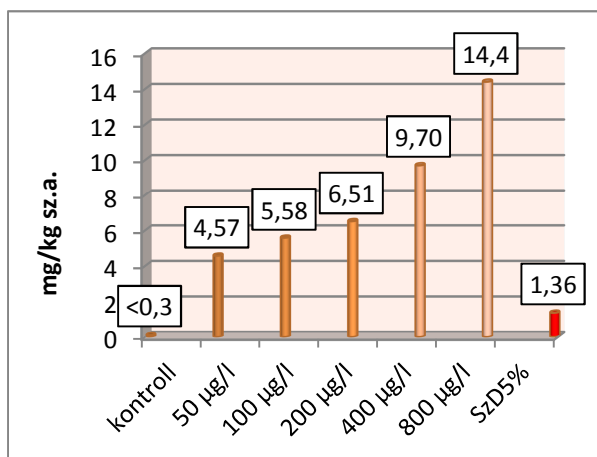
8. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma csepegető öntözés hatására, 2012.08.01.



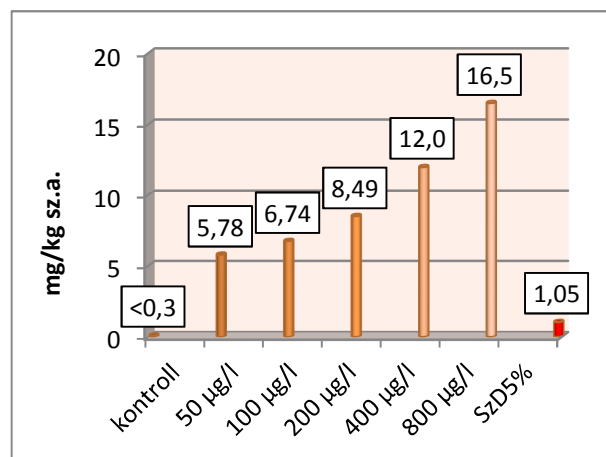
9. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma csepegető öntözés hatására, 2012.08.08.

Az esőztető öntözés mellett, 2012-ben is egyenletesebb levél arzéntartalom növekedést tapasztaltam, mint csepegető öntözés alkalmazásakor (10. és 11. ábra). Statisztikailag igazolt különbség van a 3, ill. 4 legnagyobb, egymást követő dózis eredményei között mindkét mintavételi időpontban (200, 400 és 800 µg/l, ill., 100, 200, 400, 800 µg/l), ill. mindkét időpontban a kontroll és valamennyi kezelt minta ismétlésátlagai között. A legmagasabb értékek az első mintavételkor 14,4 mg/kg, a másodikonál 16,5 mg/kg As, a levél szárazanyagára vonatkoztatva.

Itt is igaz, hogy a később végzett mintavétel idejére nőtt a levelek arzéntartalma. A növekedés mértéke átlagosan 20-30% közötti.



10. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma esőztető öntözés hatására, 2012.08.01.



11. ábra. Paradicsom levelének arzéntartalma esőztető öntözés hatására, 2012.08.08.

A két vizsgálati év eredményeit összevetve megállapítható, hogy mindkét öntözési típus esetén hasonló tendenciájú változások és hasonló mértékű As-koncentrációk alakultak ki a tesztnövény levelében.

Csepegető öntözés esetén 2011-ben 4,11; 4,52; 7,05 mg/kg, 2012-ben 6,28 és 8,69 mg/kg legmagasabb As-koncentráció alakult ki a levelekben. Több esetben igazoltunk szignifikáns különbségeket, de az eredmények inkább kiegyenlítettnek nevezhetők mindkét

évben, csepegtető öntözés mellett. A legmarkánsabb különbség a kontroll és a kezelt növények eredményei között mutatkozik.

Esőztető öntözés mellett, 2011-ben 6,60; 13,1; és 16,0 mg/kg, 2012-ben 14,4 és 16,5 mg/kg legmagasabb arzénkoncentrációkat mértünk. A növekedés mindkét évben egyenletesebb, mint csepegtető öntözésnél, a statisztikai értékelés szerint a kezelés befolyásoló hatása erős, a szignifikáns különbségek – kevés kivétellel – minden kezelés eredményei között fennállnak, különösen a tenyészidőszak végén.

Mindkét évben látható, hogy esőztető öntözés mellett magasabb arzén értékek alakulnak ki a paradicsom levelében, mint csepegtető öntözést alkalmazva. Az eltérés átlagosan kétszeres arzén koncentrációt jelent az esőztető öntözés javára.

Mindkét év, mindkét öntözési típusánál látható, hogy a kezelési időszak előrehaladtával nő a levelek arzénkoncentrációja.

A paradicsom tesztnövény vizsgálata során mindkét tenyészévben három egymást követő alkalommal szedtünk termésmintát. A kezeléskénti négy ismétlés mintáinak analitikai vizsgálatok azt tapasztaltuk, hogy a termésben (a teljes bogyó szárazanyagában) már igen alacsony arzénkoncentrációk alakulnak ki. Ez az érték sok esetben a mérőműszer (ICP-AES) biztonságos vizsgálhatósági határa (Limit of Quantification=LOQ) alá esett, ez azonban nem akadályozta meg a célkitűzésünkben szereplő, élelmiszerbiztonsági szempontból kielégítő vizsgálat elvégzését, mert a műszer LOQ határa (0,020-0,029 mg/kg As, eredeti nedvesség-tartalmú mintára vonatkoztatva) lejjebb esik, mint a szabványban szereplő élelmiszer határérték (0,200 mg/kg eredeti nedv. tart.).

A következő két táblázatban az eredeti nedvességtartalmú bogyóra vonatkoztatott As-koncentrációt közlöm, valamennyi kezelés összes ismétlésének eredményét megadva. A táblázatokból látható, hogy kezelésként 0-3 db ismétlés esetében jelenik meg LOQ feletti As érték a termésben.

1. táblázat. A szedéskori, eredeti nedvességtartalmú paradicsom bogyótermésének As-koncentrációja, 2011. 07.27-09.01.

As konc.	Önt. módja	Mintavétel ideje											
		2011.07.27				2011.08.18				2011.09.01			
		I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.	I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.	I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.
Kontroll	Csep.	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
50 µg/l	Csep.	<b>0,045</b>	<0,023	<0,023	<0,023	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<b>0,057</b>	<0,029	<0,029	<0,029
100 µg/l	Csep.	<0,023	<b>0,027</b>	<0,023	<0,023	<b>0,026</b>	<0,024	<0,024	<0,024	<b>0,031</b>	<0,029	<0,029	<0,029
200 µg/l	Csep.	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<b>0,047</b>	<0,024	<0,024	<0,024	<b>0,055</b>	<0,029	<0,029	<0,029
400 µg/l	Csep.	<0,023	<b>0,029</b>	<b>0,027</b>	<0,023	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
800 µg/l	Csep.	<0,023	<0,023	<0,023	<b>0,032</b>	<b>0,033</b>	<0,024	<b>0,037</b>	<0,024	<b>0,038</b>	<0,029	<0,029	<b>0,041</b>
Kontroll	Eső.	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
50 µg/l	Eső.	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<0,029	<0,029	<0,029	<0,029
100 µg/l	Eső.	<b>0,025</b>	<0,023	<0,023	<0,023	<b>0,035</b>	<0,024	<0,024	<0,024	<b>0,037</b>	<0,029	<0,029	<0,029
200 µg/l	Eső.	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<b>0,044</b>	<0,024	<0,024	<0,024	<b>0,051</b>	<0,029	<b>0,043</b>	<0,029
400 µg/l	Eső.	<0,023	<0,023	<0,023	<0,023	<0,024	<b>0,034</b>	<0,024	<b>0,039</b>	<0,029	<0,029	<b>0,053</b>	<b>0,052</b>
800 µg/l	Eső.	<0,023	<0,023	<b>0,027</b>	<b>0,030</b>	<b>0,027</b>	<0,024	<b>0,040</b>	<b>0,045</b>	<0,029	<b>0,061</b>	<0,029	<b>0,080</b>

mg/kg eredeti nedv. tartalmú termés

Az 1. táblázat eredményei szerint, 2011-ben a szedéskori, eredeti nedvességtartalmú bogyóban az As-koncentráció 0,025-0,080 mg/kg között alakul, ez a hatályos jogszabályban [2.] engedélyezett határérték 12,5-40%-a. A „kisebb, mint” relációs jel után szereplő biztonságosan vizsgálható legkisebb érték (LOQ) itt nem egyezik meg az egyes mintavételi



időpontokban (0,023; 0,024 és 0,029 mg/kg), mert a bogyóminták átlagos nedvességtartalma a mintavételi időszakok között változott.

2012-ben a szedéskori, eredeti nedvességtartalmú minta As koncentrációja 0,022-0,065 mg/kg között alakul, ez a fenti jogszabályban szereplő határérték 11,0-32,5%-a.

2. táblázat. A szedéskori, eredeti nedvességtartalmú paradicsom bogyótermésének As-koncentrációja, 2012. 08.01-08.23.

As konc.	Önt. módja	Mintavétel ideje											
		2012.08.01				2012.08.08				2012.08.23			
		I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.	I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.	I. ism.	II. ism.	III. ism.	IV. ism.
Kontroll	Csep.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024
50 µg/l	Csep.	<0,020	<0,020	<b>0,022</b>	<0,020	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024
100 µg/l	Csep.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,022	<b>0,023</b>	<0,022	<0,022	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024
200 µg/l	Csep.	<b>0,034</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,022	<0,022	<0,022	<b>0,027</b>	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024
400 µg/l	Csep.	<0,020	<0,020	<0,020	<b>0,026</b>	<0,022	<b>0,029</b>	<0,022	<0,022	<b>0,035</b>	<0,024	<0,024	<b>0,027</b>
800 µg/l	Csep.	<0,020	<0,020	<b>0,025</b>	<0,020	<0,022	<0,022	<0,022	<b>0,033</b>	<0,024	<0,024	<b>0,033</b>	<b>0,039</b>
Kontroll	Eső.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024
50 µg/l	Eső.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<b>0,030</b>	<0,022	<0,022	<b>0,026</b>	<0,024	<b>0,039</b>	<0,024	<0,024
100 µg/l	Eső.	<0,020	<0,020	<0,020	<b>0,023</b>	<0,022	<b>0,035</b>	<0,022	<b>0,025</b>	<0,024	<0,024	<0,024	<b>0,029</b>
200 µg/l	Eső.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,022	<0,022	<0,022	<b>0,027</b>	<0,024	<b>0,033</b>	<0,024	<0,024
400 µg/l	Eső.	<b>0,029</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<b>0,023</b>	<0,022	<b>0,027</b>	<0,022	<0,024	<b>0,036</b>	<0,024	<b>0,034</b>
800 µg/l	Eső.	<0,020	<b>0,030</b>	<b>0,039</b>	<0,020	<0,022	<b>0,029</b>	<0,022	<b>0,033</b>	<b>0,041</b>	<b>0,065</b>	<b>0,044</b>	<0,024

mg/kg eredeti nedv. tartalmú termés

#### 4. Következtetések, javaslatok

Paradicsom növény öntözési vizsgálata során, a bogyótermésben 2011-ben 0,055 mg/kg, 2012-ben 0,033 mg/kg legmagasabb arzén koncentrációt mértem, a dél-alföldi régióban megjelenő, 200 µg/l-es As koncentrációjú öntözővíz hatására. Megállapítható tehát, hogy a vizsgálatban szereplő tesztnövény, a vizsgált termesztési körülmények között bár megnövekedett arzén bevitelt jelenthet a lakosság számára, de a jogszabályban szereplő élelmiszer biztonsági határértéket nem haladják meg.

Az eredmények összhangban állnak [3.] megállapításaival, akik szerint a kritikus arzén koncentráció a zöldségfélék fogyasztásra szánt részeiben 6-14 mg/kg talaj összes-arzéntartalom mellett alakulhat ki. A dolgozatban szereplő kísérletek során elvégzett talajvizsgálatok eredményei szerint a szabadföldi kísérletekben alkalmazott homoktalaj sem a kísérletek megkezdése előtt, sem azok befejezését követően (következő tavaszi mintázás során) nem tartalmazott 6 mg/kg koncentráció feletti arzént (1. sz. melléklet).

Jelen dolgozat eredményei is következtetési alapján javasolható, hogy a biztonságos kertészeti élelmiszer alapanyagok, frissfogyasztású zöldségfélék termelhetősége érdekében fokozottan figyelni kell az arzénterheléssel kapcsolatos jogszabályok betartására, a termesztés során felhasznált erőforrások megfelelőségére. Az erőforrások közül különösen kiemelendő a talaj, mely termesztésbe vont termőtalajként az [1.] rendelet szerint legfeljebb 15 mg/kg összes arzént tartalmazhat, illetve az öntözővíz, mely a [4.] követelmény szerint közvetlen fogyasztásra szánt növények öntözése esetén legfeljebb 100 µg/l, egyéb esetben legfeljebb 200 µg/l koncentrációban tartalmazhat arzént. Fenti határértékek betartása mellett - a dolgozat eredményei szerint - paradicsom és fejes saláta fogyasztása esetén, legalábbis a dolgozatban szereplő termesztési módszereket alkalmazva, a lakosság arzén terhelése megelőzhető.



## Irodalomjegyzék

- [1] 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet: a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről.
- [2] 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet: Az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről. Minisztériumi rendelet.
- [3] Horváth A., Szabó Z. és Szabados M. (1983): A higiénés talajnormák megállapításának elvi és módszertani kérdései (arzén modellen). In: A talaj környezetvédelmének problémái. Tud. ülés. Királyrét, 1981. okt. 5-6. Agrokémia és Talajtan. 32:498-506. old.
- [4] MI-10 172/9 (1990) Az öntözővíz vizsgálata, minősítési rendje. Vízhigiénés követelmény.
- [5] Rofkar, J., Dwyer, D., and Frantz, J. (2007): Analysis of Arsenic Uptake by Plant Species Selected for Growth in Northwest Ohio by ICP-OES. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38: 2505-2517. p.
- [6] Kádár I. (1993): Talajaink mikroelem ellátottságának környezeti összefüggései. MTA Agrártudományi Osztály Tájékoztatója. Akadémiai Kiadó. Budapest. 102-106. old.
- [7] Carbonell Barrachina A., Burlo Carbonell F., Mataix Beneyto J. (1995): Arsenic uptake, distribution, and accumulation in tomato plants: Effect of arsenite on plant growth and yield. Journal of Plant Nutrition pages 1237-1250. p.

## Szerzők

Hüvely Attila: Talaj- és Növényvizsgáló Laboratórium, Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskeméti Főiskola. Erdei F. tér 1-3. Kecskemét, Hungary. E-mail: [vizsgalolabor@kfk.kefo.hu](mailto:vizsgalolabor@kfk.kefo.hu)

Pető Judit: Talaj- és Növényvizsgáló Laboratórium, Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskeméti Főiskola. Erdei F. tér 1-3. Kecskemét, Hungary. E-mail: [vizsgalolabor@kfk.kefo.hu](mailto:vizsgalolabor@kfk.kefo.hu)

Tóthné Taskovics Zsuzsanna: Kertészeti Tanszék, Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskeméti Főiskola. Erdei F. tér 1-3. Kecskemét, Hungary. E-mail: [tothne.zsuzsanna@kfk.kefo.hu](mailto:tothne.zsuzsanna@kfk.kefo.hu)

Kovács András: Kertészeti Tanszék, Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskeméti Főiskola. Erdei F. tér 1-3. Kecskemét, Hungary. E-mail: [kovacs.andras@kfk.kefo.hu](mailto:kovacs.andras@kfk.kefo.hu)