

Ólomadszorpció-képesség vizsgálata egy csernozjom talajban és *Lactuca sativa* L. akkumuláló hatásának tanulmányozása tenyészedenyes kísérletben

Sárközi Edit¹ – Kardos Levente¹ – Sepsi Panna¹ – Varga Zsolt² – Bisztray György³ – Kátai János⁴

¹Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vizgazdálkodás Tanszék, Budapest

²Országos Meteorológiai Szolgálat Marczell György Főobszervatórium, Budapest

³Budapesti Corvinus Egyetem Szőlészeti és Borászati Intézet, Szőlészeti Tanszék, Budapest

⁴Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtan Intézet, Debrecen
edit.sarkozi@uni-corvinus.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

*Kutatásunkban egy művelés alatt álló területről gyűjtött, löszön kialakult csernozjom talajnak az ólom-adszorpció képességét határoztuk meg talajoszlopos kísérletben. A vizsgálat a talaj ólomtartalmának tekintetében telítődést mutatott. Ugyanezen a talajon tenyészedenyes kísérletekben a *Lactuca sativa* L. ólom-akkumuláló hatását tanulmányoztuk mind gyökérben, mind levél részben. Az eredmények alapján kimutattuk, hogy a fejes saláta a csernozjom talajból könnyen akkumulálta az ólomot. Növekvő ólomszennyezés mellett növekedett a növényi részeken az ólom mennyiség.*

Kulcsszavak: ólom, adszorpció, talaj, akkumuláció, *Lactuca sativa* L.

SUMMARY

*In our research a chernozem soil sample formed on loess was collected from an area under cultivation. Our aim was to determine the lead adsorption capacity using a soil column experiment. The study showed saturation of lead content of the soil. The lead accumulation capacity of *Lactuca sativa* L. was measured in the sections of roots and leaves applying pot experiments. It could be observed that the lettuce accumulated lead easily from the chernozem soil. The lead content was increased in the analyzed sections of the plants against an increasing lead content.*

Keywords: lead, adsorption, soil, accumulation, *Lactuca sativa* L.

BEVEZETÉS

Az ipari forradalom óta egyre gyakoribbá váltak a Földön az antropogén eredetű szennyezések. Az emberi élet egyik alapvető feltétele, hogy egészséges környezetben éljünk, így a levegőt, a vizeinket és talajainkat mindenképpen óvnunk és védenünk kell. Ha valamilyen katasztrófa következtében a környezeti elemek veszélybe kerülnek, például a mezőgazdasági vagy kertészeti használatban lévő talajok, azzal saját egészségünket veszélyeztetjük, hiszen a természetes növényeink eltérő módon akkumulálhatják a különböző eredetű szennyező anyagokat (Szefer et al., 1995; Szefer és Glasby, 1998).

A nehézfémek viselkedését a talajban számos tényező befolyásolja: a nehézfém kémiai formája és koncentrációja, valamint a talaj fizikai- és kémiai tulajdonságai. Számos korábbi kutatás kimutatta, hogy a talaj textúrája, a kémhatása, valamint az ásványi- és szerves kolloid mennyisége és típusa döntően befolyásolja a nehézfémek adszorpcióját (Dahm et al., 1992; Diatta és Kociolkowski, 1998; Kádár, 2007).

Az ólom (Pb) mint nehézfém megragadta a kutatók figyelmét a talajban való hosszú tartózkodási ideje és toxikussága miatt (Islam et al., 2008). Az ólom erősen mérgező elem az élőlények számára, melyet már az ókori Egyiptomban is tudtak (Wierzbicka és Antosiewicz, 1993). Közvetlenül (növények, állatok) és közvetlenül (belélegzett levegő) jut az emberi szervezetbe. A májban, a csontokban és a fogakban képes felhalmozódni. (Stefanovits et al., 1999). A gyerekek, a csecsemők és a magzatok különösen ki vannak téve a veszélynek neuro-

toxikus okokból (Liu et al., 2010). Szennyező forrásai: autók kipufogók, ólomtartalmú festékek, ólmozott szerves vegyi anyagok, fémkohók, ólomfeldolgozó üzemek, szénégetés, ólomtartalmú hulladékok, szennyvíziszapok, ólom-tartalmú peszticidek (Sing et al., 2003; Stefanovits et al., 1999).

Vízből, levegőből és élelmiszerből felvehető megengedett napi mennyiség felnőttek számára 0,4 mg/nap. Ha tartósan 1 mg/nap feletti mennyiség jut be az emberi szervezetbe, súlyos betegségek kialakulásához vezethet (ólommérgezés). Az ólom megengedett mennyisége az élelmiszerekben 1,5–2 mg/kg száraz tömeg (Wierzbicka és Antosiewicz, 1993).

A növények közvetlen környezetében az ólom akkumulálása befolyásolja az anyagcsere folyamatokat, mint például a fotoszintézist, a mag csírázását, a transzspirációt, a sejtosztódást és a nitrát asszimilációt (Rofle és Bazzaz, 1975; Poskuta et al., 1988; Liu et al., 1994; Sing et al., 2003).

Az ólom adszorpciója a talajban a talaj sajátságaitól függően változik. Oldhatósága és mennyisége a talajoldatban elsősorban a kémhatástól, valamint a kolloidok mennyiségétől és minőségétől függ. Adszorpció folyamatok és szerves komplexek képződése révén az ólom a legerősebben adszorbeálódó fémion (Stefanovits et al., 1999).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásunkban meghatároztuk egy művelés alatt álló, csernozjom talaj ólomadszorpció képességét, valamint tenyészedenyes kísérletben a fejes saláta

(*Lactuca sativa* L.) akkumuláló hatását mind a gyökérben, mind a levélben.

Ólomadszorpciós képesség meghatározása talajoszlopos kísérlettel

A talajmintát a Munka Mezőgazdasági Szövetkezet, Tiszavasvári területéről gyűjtöttük be 2012 márciusában. A mintavételt az MSZ-08-0202:1977 alapján végeztük el. A szabványnak megfelelően 0–30 cm mélységről szedtünk az adott mintaterületről pontmintákat, melyekből átlagmintát készítettünk. A minta-előkészítés az MSZ 21470-50:2006 szerint történt. A helyszínen begyűjtött mintákat a Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vizgazdálkodás Tanszékére szállítottuk. Az előkészítés első lépéseként szobahőmérsékleten tömegállandóságig szárítottuk, majd daráltuk, végül 2 mm pórusátmérőjű szitán átszittaltuk.

Az adszorpciós kísérletek elvégzése előtt fizikai és kémiai vizsgálatokat végeztünk el, melyek során meghatároztuk a leiszapolható részt, az Arany-féle kötöttséget, a kémhatást, a humusztartalmat az MSZ-08 0205:1978, az MSZ-08-0206-2:1978, valamint MSZ-08-0210:1977 szerint.

Az ólomadszorpciós-képesség meghatározása során talajoszlopos kísérleteket alkalmaztunk, melyet az 1. ábra szemléltet.

1. ábra: Talajoszlopos kísérlet



Figure 1: Experiment of soil column

A talajoszlopot az alábbiak szerint készítettük el: egy üvegsőnek a tetejére parafadugót helyeztünk, melynek a közepébe egy üvegtölcsért tettünk. Alulról az üvegsővet szitaszöveggel bekötöttük, majd felülre beleöntöttük a tölséren keresztül az 50 g előkészített talajmintát. A talajoszlop alján szintén található egy üvegtölcsér azért, hogy a szűrlet egy üvegpohárba közvetlenül juthasson.

Az ólomadszorpciós-képesség meghatározásához 50 és 25 g/dm³ töménységű ólom-oldatot készítettünk. Mind a két koncentrációból 200–200 cm³ térfogatú ólom-nitrát-oldatot öntöttünk egy-egy talajoszlopra.

A demonstrációs kísérletet követően a talajoszlopban lévő szennyezett talajmintákat szobahőmérsékleten kiszárítottuk, majd Lakanen-Erviö kivonatokat készítettünk. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Marcell

György Főobszervatóriumának AAnalyst700 típusú atomabszorpciós spektrofotométerének (AAS) lángos üzemmódjával visszamértük az ólomtartalmát a talajmintáknak. Így pontos képhez jutottunk a talajon adszorbeálódott ólom mennyiségéről.

A fejes saláta (*Lactuca sativa* L.) akkumuláló hatásának tanulmányozása tenyészedenyes kísérletben

A fejes saláta akkumuláló hatásának megfigyeléséhez tenyészedenyeket használtunk fel. Hasonlóan a talajoszlopos kísérlethez, talajmintaként a tiszavasvári löszön kialakult csernozjom mintát használtuk fel. Első lépésként a tenyészedenyeket (9×9×9,5 cm) 450–500 g talajmintával töltöttük fel, majd 60 napos tenyészidejű fejes saláta magokat vetettünk. A tenyészidő alatt üvegházban tartottuk a mintákat. A kísérlet első 30 napjában csapvízzel öntöttük, optimális fejlődési körülményeket előidézve. A 30. napon minden tenyészedenyen 1–1 növénymintát hagytunk, majd az öntözővizet változó koncentrációjú ólom-nitráttal szennyeztük.

A szennyezések koncentrációjának meghatározásához a 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletének B szennyezettségi határértékét vettük alapul. Három különböző koncentrációban demonstráltunk szennyezést: határérték alatt (50,00 mg/kg) határértéken (100,00 mg/kg), és határérték felett (150,00 mg/kg). Ezeket a töménységeket ólomra vonatkoztatva számoltuk ki és készítettük el az ólom-nitrát-oldatokat. A tenyészidő utolsó 30 napjában hetente egyszer locsoltuk meg a növényeket 20–20 cm³ ólom-nitrát-oldattal három ismétlésben. A kontroll mintára az egész kísérleti periódus alatt csapvizet öntöttünk.

A kísérlet végén a növényeket eltávolítottuk és a tenyészedenyek talajmintáit kiszárítottuk, majd Lakanen-Erviö kivonatokat készítettünk. A kivonatok ólomtartalmát az Országos Meteorológiai Szolgálat Marcell György Főobszervatóriumának laboratóriumában mértük le atomabszorpciós spektrofotométerrel.

Az eltávolított fejes salátákból mintát vettünk mind a gyökérből, mind a levélből, melyeket szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk. Mivel a szennyezés hatására nem fejlődtek normálisan a növényminták, ezért a három ismétlés növényi részeit dörzszomszárban homogenizáltuk, így egy átlagértéket kaptunk az akkumulálódó ólomtartalomról mind a gyökér, mind a levél részben különböző koncentrációkon. A homogenizálást követően roncsoltuk a mintákat salétromsav/hidrogén-peroxid keverékével, majd a kivonatok ólomtartalmát százszorosára hígítva atomabszorpciós spektrofotometrián visszamértük az Országos Meteorológiai Szolgálatnál.

EREDMÉNYEK

Talajoszlopos kísérlet eredményei

A löszön kialakult csernozjom talaj néhány fizikai és kémiai tulajdonságát az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A leiszapolható rész, az Arany-féle kötöttség és a gyúrópróba értelmében megállapítottuk, hogy a talajminta fizikai féleség alapján vályognak tekinthető. Kémhatása savanyú, humusztartalmát tekintve közepes ellátottságú.

Talajvizsgálati eredmények

1. táblázat

Vizsgált paraméter(1)	Mért érték(2)	Értékelés(3)
Leiszapolható rész (Li%)(4)	38,00	vályog(7)
Arany-féle kötöttség (K _A)(5)	38,00	
pH (DV)	5,38	savanyú(8)
pH (KCl)	4,99	
Humusztartalom (H%)(6)	3,29	közepes ellátottságú(9)

Table 1: Soil analysis results

Examined parameters(1), Results(2), Rating(3), Sludge content(4), Arany's clay content(5), Humus content(6), Pise(7), Acid medium(8), Medium level(9)

Az eredeti, nem szennyezett talajminta ólomtartalmát AAS-sel határoztuk meg, mely alapján 0,306 mg/dm³ koncentrációt mértünk. A szennyezett talajminták esetén a Lakanen-Erviö kivonatokból százszoros hígításokat készítettünk, hogy az atomabszorpciós visszamérésnél a műszer méréstartományába beleessenek a mintáink ólomkoncentrációi. Ezt a hígítást visszszámolásnál figyelembe vettük. Az összehasonlítás céljából az ólomtartalmat g/dm³ koncentrációban adtuk meg. Az ólomszennyezés kísérlet eredményeit a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Ólomadszorpció-képesség vizsgálat eredményei

Ólomszennyezés koncentrációja (g/dm ³)(1)	AAS módszerrel visszamért ólomtartalom (g/dm ³)(2)
50,00	27,88
25,00	24,79

Table 2: The results of analysis of lead adsorption capacity
Concentration of lead pollution(1), measured lead content by AAS(2)

Az AAS módszerrel visszamért eredmények szerint a talajminta nagy valószínűséggel telítődött ólomra nézve, hiszen mind 25,00, mind 50,00 g/dm³ koncentrációjú oldatokkal szennyezve 24,79–27,88 g/dm³ ólomot kötött meg.

A fejes saláta (*Lactuca sativa* L.) akkumuláló hatásának eredményei

A talajminták atomabszorpciós spektrofotométerrel visszamért eredményeit a 2. ábra szemlélteti, melyen az ólom koncentrációját ábrázoltuk a kontroll minta, valamint a határérték, határérték alatti és feletti szennyezések esetében.

A visszamért értékeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Jól látható mind az oszlopdiagramokon (2. ábra), mind a táblázatban feltüntetett értékeken, hogy a szennyezés koncentrációjának növelésével az adszorpció nagysága is növekedett.

A fejes saláta gyökér, illetve levél részében visszamért ólomtartalmat a 3. ábrán tüntettük fel. Hasonlóan a talajban mért eredményekhez, itt is a koncentráció növelésével növekedést tapasztaltunk a növényi részek ólomtartalmában. A gyökér és a levélminták összehasonlításánál megfigyeltük, hogy a gyökér részben kevesebb ólom tudott adszorbeálni a mikroelem aktív

transzportja miatt. A 4. táblázatban összefoglaltuk az atomabszorpciós mérés eredményeit, amelyben 1 kg száraz növényi részre vonatkoztatva adtuk meg a koncentrációkat.

2. ábra: Ólom adszorpció-képesség vizsgálata tenyészedényes kísérletben a talajminta esetén

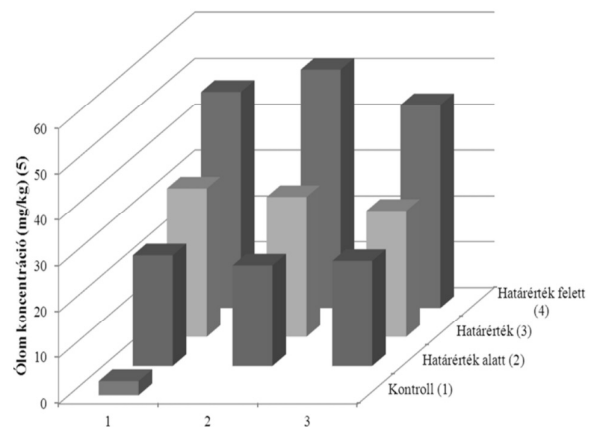


Figure 2: Lead adsorption capacity of soil in pot experiment
Control sample(1), Below the limit(2), Limit(3), Over the limit(4), Lead concentration (mg kg⁻¹)(5)

3. táblázat

Ólom adszorpció-képesség vizsgálat eredményei tenyészedényes kísérletben a talajminta esetén

Minta neve(1)	Szennyezés koncentrációja (mg/kg)(2)	AAS módszerrel visszamért ólomtartalom (mg/kg)(3)
Kontroll(4)	-	3,06
Határérték alatt(5)	50,00	23,00
Határérték(6)	100,00	30,17
Határérték felett(7)	150,00	47,81

Table 3: The results of lead adsorption capacity of soil in pot experiment

Sample name(1), Concentration of pollution (mg kg⁻¹)(2), Measured lead content by AAS (mg kg⁻¹)(3), Control sample(4), Below the limit(5), Limit(6), Over the limit(7)

3. ábra: Fejes saláta gyökér és levél részeinek ólom akkumuláló képessége

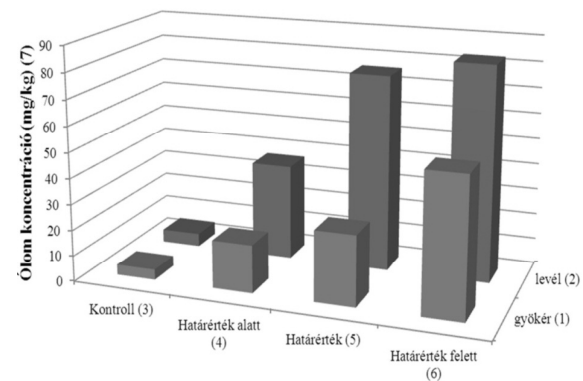


Figure 3: The lead accumulation capacity of lettuce in sections of root and leaf

Section of root(1), Section of leaf(2), Control sample(3), Below the limit(4), Limit(5), Over the limit(6), Lead concentration (mg kg⁻¹)(7)

4. táblázat

**Fejes saláta gyökér és levél részeinek
ólom akkumuláló képességének eredményei**

Minta neve(1)	Szennyezés koncentrációja (mg/kg)(2)	AAS módszerrel visszamért ólomtartalom (mg/kg)(3)
Kontroll(4)	gyökér(8)	4,00
	levél(9)	5,10
Határérték alatt(5)	gyökér(8)	18,50
	levél(9)	37,10
Határérték(6)	gyökér(8)	27,20
	levél(9)	76,10
Határérték felett(7)	gyökér(8)	53,60
	levél(9)	83,20

Table 4: The results of lead accumulation capacity of lettuce in sections of root and leaf

Sample name(1), Concentration of pollution (mg kg⁻¹)(2), Measured lead content by AAS (mg kg⁻¹)(3), Control sample(4), Below the limit(5), Limit(6), Over the limit(7), Section of root(8), Section of leaf(9)

A 3. és 4. táblázat eredményeit összevetve elmondható, hogy 50,00 mg/kg ólom-nitrát oldatos szennyezés esetén a talajban 23,00 mg/kg ólom adszorbeálódott,

míg a levél részben 37,10 mg/kg-ot mértünk vissza. A kontroll talajmintában 3,06 mg/kg volt az ólom koncentrációja, a kontroll levélmintában 5,1 mg/kg. Utóbbiakat figyelembe véve elmondható, hogy hibahatáron belül majdnem ugyanannyi ólomot mértünk vissza a közegekből (talaj: 23,00–3,06=19,94, levél: 37,10–5,10=32,00; 19,94+32,00=51,94 mg/kg), mint amennyivel történt a szennyezés (50 mg/kg). Ezt a kísérlet másik két koncentrációjánál is így tapasztaltuk. Továbbá az is megállapítható, hogy a növény a talaj ólomtartalmát majdnem teljesen felvette, azaz a növény jelenlétében jelentősen kisebb a talaj ólomadszorpciója.

KÖVETKEZTETÉSEK

Kísérletünkben a csernozjom talaj esetén az adszorpció kísérlet eredményeként megállapítható, hogy a talaj telítődött ólommal. A fejes salátás tenyészedényes kísérletben mind a talaj, mind pedig a különböző növényi részekben növekvő adszorpció és akkumuláló hatást tapasztaltunk. Az eredmények tükrében megállapítható, hogy a levél minden vizsgált szennyező koncentráció esetén nagyobb mértékben akkumulálta az ólomot, mint a gyökér. A jelentősebb levél akkumuláció – a saláta fogyasztását tekintve – fokozottabb környezetegészségügyi kockázatot jelent.

IRODALOM

- Dahm, H.–Prusinkiewicz, Z.–Strzelczyk, E. (1992): Effect of simulated acid rain on respiration of soils. *Folia Forestalia Polonica*. 34: 1–29.
- Diatta, J.–Kociolkowski, W. (1998): Adsorption of zinc in some selected soils. *Polish Journal of Environmental Studies*. 7. 4: 195.
- Islam, E.–Liu, D.–Li, T.–Yang, X.–Jin, X.–Mahmood, Q.–Tian, S.–Li, J. (2008): Effect of Pb toxicity on leaf growth, physiology and ultrastructure in the two ecotypes of *Elsholtzia argyi*. *Journal of Hazardous Materials*. 154: 914–926.
- Kádár I. (2007): A talajszennyezés megítélése kutatói szemmel. *Agrokémia és Talajtan*. 56. 2: 391–408.
- Liu, D.–Jiang, W.–Wang, W.–Zhao, F.–Lu, Ch. (1994): Effects of lead on root growth, cell division and nucleus of *Allium cepa*. *Environmental Pollution*. 86: 1–4.
- Liu, W.–Zhou, Q.–Zhang, Y.–Wei, S. (2010): Lead accumulation in different Chinese cabbage cultivars and screening for pollution-safe cultivars. *Journal of Environmental Management*. 91: 781–788.
- MSZ-08-0202:1977 (1977): Magyar Szabványügyi Testület. Helyszíni mintavétel mezőgazdasági célú talajvizsgálatokhoz.
- MSZ-08-0210:1977 (1977): Magyar Szabványügyi Testület. A talaj szerves szén tartalmának meghatározása.
- MSZ-08-0205:1978 (1978): Magyar Szabványügyi Testület. A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata.
- MSZ-08-0206-2:1978 (1978): Magyar Szabványügyi Testület. A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok. [pH-érték, szódában kifejezett fenolftalein lúgoság, vízben oldható összes só, hidrolitos (γ^1 -érték) és kicse-relődési aciditás (γ^2 -érték)].
- MSZ 21470-50:2006 (2006): Magyar Szabványügyi Testület. Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Az összes és az oldható toxikus-elem-, a nehézfém- és a króm(VI)tartalom meghatározása.
- Poskuta, J. W.–Parys, E.–Romanowska, E.–Gajdzis-Gujdan, H.–Wróblewska, B. (1988): The effects of lead on photosynthesis, 14C distribution among photoassimilates and transpiration of maize seedlings. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 57: 149–155.
- Rofle, G. L.–Bazzaz, F. A. (1975): Effect of lead contamination on transpiration and photosynthesis of loblolly pine and autumn olive. *Forest Science*. 21: 33–35.
- Singh, R. P.–Tripathi, R. D.–Dabas, S.–Rizvi, S. M. H.–Ali, M. B.–Sinha, S. K.–Gupta, D. K.–Mishra, S.–Rai, U. N. (2003): Effect of lead on growth and nitrate assimilation of *Vigna radiata* (L.) Wilczek seedlings in a salt affected environment. *Chemosphere*. 5: 1245–1250.
- Stefanovits P.–Filep Gy.–Füleky Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 366–367.
- Szefer, P.–Glasby, G. P.–Pempkowiak, J.–Kaliszan, R. (1995): Extraction studies of heavy-metal pollutants in surficial sediments from the southern Baltic Sea off Poland. *Chemical Geology*. 120: 111–126.
- Szefer, P.–Glasby, G. P. (1998): Geochemical investigations of the Baltic Sea and surrounding areas. *Applied Geochemistry*. 13: 285–286.
- Wierzbicka, M.–Antosiewicz, D. (1993): How lead can easily enter the food chain – a study of plant roots. *The Science of the Total Environment*. Amsterdam. 423–429.