

VETÉSI VIKTÓRIA

**Jóddal adalékolt öntözővíz hatása
fóliasátorban nevelt zöldségnövények
minőségére**

Doktori értekezés tézisei

DOI: 10.15476/ELTE.2024.086



**HUN
REN**



**ÖKOLÓGIAI
KUTATÓKÖZPONT**

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar,
Környezettudományi Doktori Iskola, Környezetkémia Program

Doktori Iskola vezetője: Turányi Tamás, D.Sc.

Programvezető: Mihucz Viktor Gábor, D.Sc.

Témavezető:

DOBOSY PÉTER, Ph.D.

tudományos főmunkatárs

HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Vízi Ökológiai Intézet

Budapest, 2024

1. Bevezetés és célkitűzés

A jód az emberi szervezet esszenciális nyomeleme, mely elsősorban a pajzsmirigy működésében játszik kulcsszerepet. Jelenleg a világlakosság körülbelül 35%-át érinti a jódhány, mely állapot számos egészségügyi problémát vonhat maga után, például negatívan hat az immunrendszerre és a mentális és fizikai fejlődésére [1-3].

Az emberi szervezet egészséges működéséhez szükséges jód mennyiségének bevitelét, az élelmiszerek és az ivóvíz csak részben fedezik, így további forrásokra van szükség ezen elem pótlására [4,5]. A 19. század második felétől számos stratégiát alkalmaznak a probléma enyhítésére vonatkozóan, például a jódozott só étrendbe történő bevezetését, azonban a túlzott sóbevitel szív- és érrendszeri betegségek kialakulásához vezethet [6,7]. Az Egészségügyi Világszervezet 2025-ig a sófogyasztás 30%-os csökkentését javasolta, ezért egyéb alternatív technológiák kidolgozása is szükséges a jód pótlása szempontjából [8]. Ilyen megoldás a növénytermesztés során alkalmazott öntözővizek jód koncentrációjának növelése, mivel egyes növények képesek ezen elemet az ehető részeikben akkumulálni oly mértékben, hogy azok elfogyasztása kiegészítheti a napi ajánlott jódbeviteli mennyiséget (150 µg) [9,10].

Doktori munkám során tenyészedényekben, három különböző fizikai-kémiai tulajdonsággal rendelkező talajon (homok, homok-vályog, vályog) termesztett zöldbab, paradicsom, burgonya, káposzta, sárgarépa és zöldborsó növények jód akkumulációját és transzlokációját vizsgáltam 0,1 és 0,5 mg/L jód koncentrációjú öntözővíz alkalmazásával nyomon követve, a növényfiziológiai paraméterek (fotoszintetikus aktivitás, klorofill koncentráció) és a biomassa változását, valamint a jód és bizonyos tápelem (bór, cink, foszfor, magnézium, mangán, réz, vas) koncentrációk alakulását. Célkitűzésem volt annak megállapítása, hogy a különböző jódkezelések milyen mértékben befolyásolják az általam vizsgált paramétereket, továbbá, hogy a jóddal kezelt növények az alkalmazott kísérleti körülmények között alkalmasak-e a célelem oly mértékű dúsítására, hogy az ehető növényi rész elfogyasztása hozzájárulhasson vagy fedezhesse egy felnőtt ember átlagos napi ajánlott jód beviteli mennyiségét.

2. Anyagok és módszerek

Vegyszerek és analitikai módszerek

A munkám során alkalmazott vegyszerek analitikai tisztaságúak voltak. A hígítások és a standard oldatok elkészítéséhez szükséges nagy tisztaságú ionmentes vizet (18 MΩ/cm) WasserLab Autwomatic típusú készülékkel állítottam elő. A növényminták feltárásához NORMATOM, nyomelem-analitikai vizsgálatokhoz alkalmas 67% salétromsavat, valamint EMSURE, 30% hidrogén-peroxidot használtam. Az öntözővíz jódadagolásához kálium-jodidot, a kalibrációs oldatok elkészítéséhez szilárd kálium-jodátot alkalmaztunk, míg a tápelemek meghatározásához multielemes standard oldatot használtunk. A mintákat nedvességtartalmuktól függően liofilizáltuk vagy laboratóriumi szárítószekrényben szárítottuk. A kiszáritott minták feltárását TOPwave típusú mikrohullámú feltáró készülékkel, a jód és esszenciális tápelem koncentrációk meghatározását pedig PlasmaQuant MS Elite típusú induktív csatolású plazma tömegspektrométer mérőrendszerrel végeztük el. Az analitikai mérések pontosságát tanúsítvánnyal rendelkező NIST SRM 1573a paradicsomlevél referenciaanyaggal igazoltuk. A kísérleti eredmények statisztikai kiértékelése R statisztikai szoftverrel készült.

Növénytermesztés során alkalmazott talajok jellemzői

A kísérletek során homok (Mollic Umbrisol (Arenic), Örbottyán), homok-vályog (Luvic Calcic Phaeozem, Gödöllő) és vályog (Calcic Chernozem, Hatvan) feltalajokat (0-20 cm) alkalmaztunk, melyek fizikai és kémiai tulajdonságait az 1. táblázatban foglaltam össze. A pH meghatározása 1:2,5 arányú talaj:víz szuszpenzióban történt 12 órás keverést követően [11]. A talajminták szerves anyag tartalom mennyiségének meghatározása módosított Walkley-Black módszerrel [12], a kalcium-karbonát (CaCO₃) tartalmának pedig Scheibler-féle módszerrel [11] történt. A foszfor és a kálium biológiailag hozzáférhető frakcióját ammónium-laktát-ecetsav oldatos (AL) extrakcióval [13] a talaj összes nitrogén tartalmát pedig Kjeldahl-módszerrel határoztuk meg [14]. Az ammónium-nitrogén (NH₄-N) és nitrát-nitrogén (NO₃-N) koncentrációkat KCl kivonatból mértük [15]. A talajok kationcsere kapacitásának (CEC) meghatározása Mehlich módosított módszerével történt [16]. A fotoszintetikus aktivitást a II. fotorendszer (PSII) kvantumhatékonyságának mérésével állapítottuk meg Os30p+ kézi klorofill fluorométer segítségével. A kifejlett, legfiatalabb levelek klorofill-tartalmát in situ CCM-200 plus klorofill-tartalom mérővel mértük.

Paraméterek	Homok	Homok-vályog	Vályog
pH-H ₂ O	7,96	6,83	7,34
Szerves anyag (w/w%)	0,91	1,24	2,12
CaCO ₃ (w/w%)	1,45	0,08	0,20
Összes nitrogén (w/w%)	0,064	0,092	0,135
NH ₄ -N (mg/kg)	1,4	2,3	3,9
NO ₃ -N (mg/kg)	4,7	2,3	14,2
AL-K ₂ O (mg/kg)	74	174	176
AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	131	238	81
CEC (Na meq/100g)	9	17	37
Összes jód (mg/kg)	1,2	1,9	1,2

1. táblázat Az alkalmazott talajok fizikai és kémiai jellemzői

Növénynevelés és jódkezelés

A zöldbab (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Golden Goal), paradicsom (*Solanum lycopersicum* L. cv. Mano), burgonya (*Solanum tuberosum* L. cv. Balatoni rózsa), káposzta (*Brassica oleracea* L. var. capitata cv. Zora), sárgarépa (*Daucus carota* L. var. sativus cv. Nantes-2) és zöldborsó (*Pisum sativum* L. var. Rajnai törpe) növények nevelését nyitott fóliasátorban, a HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont Órbottyáni kísérleti telephelyén végeztük. A magok csíráztatása 3 hétig zajlott, melyet kereskedelmi forgalomban kapható táptalajba (VEGASCA Bio; Florasca) történő ültetés követett. A tenyészedény-kísérlet során 10 literes edényeket használtunk. Minden edény aljára 4-8 mm vastag kavicsréteg került, amit szintetikus szálal szövet borított, majd ezt követően 10 kg talajt rétegeztünk rá.

A növénynevelés szabályozott és folyamatosan monitorozott környezeti viszonyok között történt. A tenyészidőszakban a növényeket hetente öntöztük Hoagland-tápot és ivóvíz keverékével. A kísérletben felhasznált ivóvizet 0,5 m³-es tartályokban tároltuk a kijuttatás előtti klór koncentráció csökkentése érdekében. Az ültetést követő 3. héten kezdődött a jód tartalmú öntözővízzel történő locsolás, mely során az öntözővízhez a jódot kálium-jodid formájában adagoltuk 0,1 és 0,5 mg/L jódkoncentrációkban, majd automata öntözőrendszer juttatta el a növényekhez a szükséges vízmennyiséget.

3. Új tudományos eredmények összefoglalása

1. A növényfiziológiai paraméterek (fotoszintetikus aktivitás, klorofilltartalom) mérései során 0,1 és 0,5 mg I/L koncentrációjú öntözővizek alkalmazása mellett nem tapasztaltam statisztikailag szignifikáns változásokat a kontroll mintákhoz képest, így megállapítottam, hogy az alkalmazott jódkezelések nem gyakoroltak negatív hatást az általam vizsgált zöldségnövények egészséges fejlődésére egyik alkalmazott talajtípus esetében sem.
2. Megállapítottam, hogy 0,1 és 0,5 mg I/L dózisú jódkezelések nem okoztak statisztikailag szignifikáns eltéréseket az általam vizsgált paradicsom és a sárgarépa száraz tömeg értékeire vonatkozóan egyik alkalmazott talajtípus esetén sem. 0,5 mg/L jóddózis alkalmazása mellett a zöldbab gyökerében (homok talaj), termésében (vályog talaj), a burgonya gyökerében (homok-vályog talaj) és gumójában (vályog talaj), valamint a zöldborsó hajtásában (homok talaj) szignifikáns növekedésgátlást tapasztaltam. A káposztát tekintve elmondható, hogy mindkét jód koncentrációjú öntözővíz alkalmazása szignifikánsan pozitív hatást gyakorolt az ehető részek biomassa-termelésére homok és homok-vályog talajokon.
3. A jód koncentráció változásainak vizsgálata során megállapítottam, hogy az általunk alkalmazott jódkezelések hatására mind a 6 zöldségnövény gyökér, hajtás és ehető részeiben nőtt a jód koncentrációja a kontroll növénycsoportokkal összehasonlítva homok, homok-vályog és vályog talajokon, mely növekedés az esetek többségében 0,5 mg I/L jódkezelések alkalmazása mellett statisztikailag szignifikánsnak bizonyult.
4. Megállapítottam, hogy 0,1 és 0,5 mg/L jódkoncentrációjú öntözővizek alkalmazása befolyásolta a növényekben az általam vizsgált esszenciális elemek koncentrációit, mely változások a vizsgált célnövény, az alkalmazott talajtípus és jódkezelés függvényében legnagyobb mértékben a vasnál fordultak elő, míg a legkisebb eltéréseket a cinknél, réznél és bórnál tapasztaltam.
5. A jód biofortifikációja szempontjából megállapítottam, hogy az általunk alkalmazott vizsgálati körülmények és jód koncentrációk mellett a zöldbab, burgonya, és a zöldborsó bizonyult a legkevésbé alkalmas célnövényeknek, 100 g friss zöldség elfogyasztása mindössze egy felnőtt ember átlagos napi ajánlott jód beviteli mennyiségének 11, 3 és 9 %-át fedezné.

6. A jód akkumulációját tekintve a káposzta bizonyult a legmegfelelőbb célnövénynek, megállapítottam, hogy 100 g friss káposztalevél elfogyasztása fedezné egy felnőtt ember átlagos ajánlott jód beviteli mennyiségének 80%-át.

4. Konklúzió

Doktori kutatásom során zöldbab, paradicsom, burgonya, káposzta, sárgarépa és zöldborsó fotoszintetikus aktivitását, klorofilltartalmát, biomassa produkcióját, továbbá jód és egyes tápelemek koncentrációját vizsgáltam jóddal (0,1 és 0,5 mg/L) adagolt öntözővíz locsolása mellett, három különböző fizikai és kémiai paraméterekkel rendelkező talajon (homok, homok-vályog, vályog).

Az általunk vizsgált jóddal kezelt zöldségnövények fotoszintetikus aktivitását és klorofill koncentrációját tekintve csekély mértékű eltéréseket figyeltünk meg a kontroll növénycsoportokhoz viszonyítva, azonban statisztikailag szignifikáns változásokat nem tapasztaltunk egyik jóddózis és egyik talaj esetén sem. Eredményeink alapján megállapítottam, hogy az általunk alkalmazott kísérleti körülmények és jóddózisok nem befolyásolták negatívan a növények egészséges levélfejlődését.

A növények biomassa változásainak tekintetében, a paradicsom- és sárgarépanövények esetén egyik növényi részben sem mértünk statisztikailag szignifikáns változásokat, így megállapítottam, hogy az általunk alkalmazott jódkezelések nem hatottak negatívan ezen növények egészséges fejlődésére. Statisztikailag szignifikáns száraz tömeg csökkenést figyeltünk meg 0,5 mg/L jóddózis mellett, zöldbab esetén a gyökérben (homok talaj) és termésben (vályog talaj), a burgonya gyökérben (homok-vályog talaj) és gumóban (vályog talaj), valamint a zöldborsó hajtás részénél homok talajon. Ezen növényekkel ellentétben az általunk alkalmazott kísérleti körülmények között a káposztalevelek biomassa értékei statisztikailag szignifikáns növekedést mutattak homok és homok-vályog talajokon.

Az egyes növényi részekben mért jód koncentrációkat tekintve megállapítottam, hogy az általunk alkalmazott jódkezelések hatására mindhárom talajon nőtt a növényi részek jód koncentrációja, mely az esetek nagy részében 0,5 mg I/L adagolás mellett bizonyult statisztikailag szignifikánsnak.

A különböző jód koncentrációjú öntözővízzel történő locsolás eltérően befolyásolta az általunk vizsgált tápelemek koncentrációit az egyes növényi részekben. A legnagyobb mértékű koncentráció változásokat a vasnál, míg a legkisebb mértékű eltéréseket a réznél, cinknél és bórnál figyeltük meg a kezeletlen növényekben mért koncentráció értékekhez képest. Eredményeink alapján a jód biofortifikáció szempontjából a legkevésbé alkalmas zöldségnövénynek a burgonyát, míg legmegfelelőbbnek a káposztát találtuk.

5. Irodalomjegyzék

- [1] LI M. – EASTMAN C. J. 2012: The changing epidemiology of iodine deficiency. – *Nature Reviews Endocrinology*. 8. pp. 434-440. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.43>
- [2] KOUKKOU E. G. – ROUPAS N. D. – MARKOU K. B. 2017: Effect of excess iodine intake on thyroid on human health. – *Minerva Medicina*. 108(2). pp. 136-146.
- [3] REIJDEN O. L. – GALETTI V. – BÜRKI S. – ZEDER C. – KRZYTEK A. – HALDIMANN M. – BERARD J. – ZIMMERMANN M. B. – HERTER-AEBERLI I. 2019: Iodine bioavailability from cow milk: a randomized, crossover balance study in healthy iodine-replete adults. – *The American Journal of Clinical Nutrition*. 110(1). pp. 102-110.
- [4] ZIMMERMANN M. B. – JOOSTE P. L. – PANDAV C. S. 2008: Iodine-deficiency disorders. *The Lancet*. 372(9645). pp. 1251-1262.
- [5] MILINOVIC J. – MATA P. – DINIZ M. – NORONHA J. P. 2020: Edible macroalgae: beneficial resource of iodine. – *American Journal of Biomedical Science & Research*. 8(4). pp. 285-289.
- [6] MENON K. – SKEAFF S. A. 2016: Iodine Deficiency Disorders. *The Encyclopedia of Food and Health, Elsevier*. 3. pp. 437-443.
- [7] ERSHOW A. G. – SKEAFF S. A. – MERKEL J. M. – PEHRSSON P. R. 2018: Development of databases on iodine in foods and dietary supplements. – *Nutrients*. 10(1). 100.
- [8] WHO 2014: Guideline: Fortification of food-grade salt with iodine for the prevention and control of iodine deficiency disorders.
- [9] LAL M. K. – KUMAR A. – KARDILE H. – RAIGOND P. – CHANGAN S. S. – THAKUR N. – DUTT S. – TIWARI R. K. – CHOURASIA K. N. – KUMAR D. – SINGH B. 2020: Biofortification of vegetables. – *Advances in Agri-Food Biotechnology*. pp. 105-129.
- [10] BOUIS H. – BIROL E. – BOY E. – GANNON B. – HAAS J. – LOW J. – MEHTA S. – MICHAUX K. – MUDYAHOTO B. – PFEIFFER W. – QAIM M. – REINBERG C. – ROCHEFORDS T. – STEIN A. J. – STROBBLE S. – STRAETEN D. – VERBEECKE V. – WELCH R. 2020: Food biofortification – Reaping the benefits of science to overcome hidden hunger. – *Council for Agricultural Science and Technology*. 69.
- [11] MSZ-08-0206/2:1978 1978: Evaluation of some chemical properties of the soil. Laboratory tests (pH value, phenolphthalein alkalinity expressed in soda, total water soluble salt content, hydrolytic (y1 value) and exchangeable acidity (y2 value). - *Hungarian Standard Association, Budapest, Hungary*.
- [12] MSZ-08-0452:1980 1980: Use of high-capacity analyser systems for soils analyses. Quantitative determination of the organic carbon content of the soil on Contiflo analyzer system. - *Hungarian Standard Association, Budapest, Hungary*.
- [13] EGNÉR H. - RIEHM H. - DOMINGO W. R. 1960: Investigations on chemical soil analysis as the basis for estimating soil fertility. II. Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. - *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler*. 26. pp. 199–215.
- [14] ISO 11261:1995 1995: Soil quality – Determination of total nitrogen – Modified Kjeldahl method.
- [15] MSZ 20135:1999 1999: Determination of the soluble nutrient element content of the soil. - *Hungarian Standard Association, Budapest, Hungary*.
- [16] MSZ-08-0215:1978 1978: Determination of the Cation Adsorption Capacity of the Soil. Modified Mechlich Technique. - *Hungarian Standard Association, Budapest, Hungary*.

6. Tudományos közlemények jegyzéke

Az értekezés témájában megjelent tudományos közlemények

Viktória Vetési, Gyula Záray, Anett Endrédi, Sirat Sandil, Márk Rékási, Tünde Takács, Péter Dobosy: Iodine biofortification of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) plants cultivated in three different soils. PLoS ONE 17 (2022) e0275589.

Péter Dobosy, Viktória Vetési, Sirat Sandil, Anett Endrédi, Krisztina Kröpfl, Mihály Óvári, Tünde Takács, Márk Rékási, Gyula Záray: Effect of irrigation water containing iodine on plant physiological processes and elemental concentrations of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivated in different soils. Agronomy 10 (2020) 720.

Péter Dobosy, Anett Endrédi, Sirat Sandil, Viktória Vetési, Márk Rékási, Tünde Takács, Gyula Záray: Biofortification of potato and carrot with iodine by applying different soils and irrigation with iodine-containing water. Frontiers in Plant Science 11 (2020) 593047.

Szóbeli előadások az értekezés témájában

Viktória Vetési, Mihály Óvári, Márk Rékási, Sirat Sandil, Gyula Záray, Péter Dobosy: Effect of iodine on the growth and elemental composition of bean and pea cultivated in different soils applying irrigation with KI containing water, XVII Italian-Hungarian Symposium on Spectrochemistry, (online), Torino, Italy, 14-18 June 2021.

Péter Dobosy, Anett Endrédi, Sirat Sandil, Viktória Vetési, Márk Rékási, Gyula Záray: Effect of irrigation water containing iodine on the plant physiological processes and elemental concentrations of different vegetables, XVII Italian-Hungarian Symposium on Spectrochemistry (online), Torino, Italy, 14-18 June 2021.

Vetési Viktória, Óvári Mihály, Sirat Sandil, Rékási Márk, Záray Gyula, Dobosy Péter: Jóddal adagolt öntözővíz hatása répa- és borsónövények terméshozamára és elemösszetételére, II. Országos Táplálkozástudományi Szakemberek Konferenciája (online), Gyula, 2021. június 3-4.

Viktória Vetési, Mihály Óvári, Krisztina Kröpfl, Márk Rékási, Sirat Sandil, Gyula Záray, Péter Dobosy: Effect of iodine containing irrigation water on elemental composition of tomato and cabbage plants, XVI. Carpathian Basin Conference for Environmental Science (online), Budapest, Hungary 30 March- 1 April 2021.

Vetési Viktória, Óvári Mihály, Rékási Márk, Takács Tünde, Sirat Sandil, Záray Gyula, Dobosy Péter: Jóddal adagolt öntözővíz hatása répa-, paradicsom- és káposztanövények terméshozamára és elemösszetételére, IX. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia (online), Pécs, 2020. november 27-28.

Vetési Viktória, Dobosy Péter, Óvári Mihály, Kröpfl Krisztina, Sirat Sandil, Rékási Márk, Záray Gyula: Jód és szelén adagolás hatása fóliasátorban nevelt káposztanövények elemfelvételére, XIV. Környezetvédelmi és Analitikai Technológiai Konferencia, Balatonszárszó, 2019. november 11-13.

Vetési Viktória, Dobosy Péter, Óvári Mihály, Kröpfl Krisztina, Sirat Sandil, Rékási Márk, Záray Gyula: Jód adagolás hatása fóliasátorban nevelt káposzta- és paradicsomnövények elemfelvételére, 8. Környezeti Kémiai Szimpózium Siófok, 2019. október 11-12.

Péter Dobosy, Viktória Vetési, Krisztina Kröpfl, Sirat Sandil, Mihály Óvári, Gyula Záray: Effect of iodine containing irrigation water on plant physiological processes of bean and potato cultivated in different soils, 16th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 4-7 September 2019.

Vetési Viktória: Jód adagolás hatása rhizoboxban nevelt sárgahüvelyű bokorbabnövények jódfelvételére, XXXIV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Budapest, 2019. március 21-13.

Vetési Viktória, Dobosy Péter, Óvári Mihály, Kröpfl Krisztina, Sirat Sandil, Takács Tünde, Záray Gyula: Jód adagolás hatása rhizoboxban nevelt sárgahüvelyű bokorbabnövények elemfelvételére, 7. Környezeti Kémiai Szimpózium, Siófok, 2018. november 15-16.

Posztetek az értekezés témájában

Vetési Viktória, Óvári Mihály, Rékási Márk, Sirat Sandil, Záray Gyula, Dobosy Péter: Jóddal adagolt öntözővíz hatása répa- és borsónövények terméshozamára és elemösszetételére, XVI. Szent-Györgyi Albert Konferencia (online), Budapest, 2021. április 16-17.

Viktória Vetési, Péter Dobosy, Mihály Óvári, Krisztina Kröpfl, Sirat Sandil, Tünde Takács, Gyula Záray: Study of iodine and selenium uptake in bean plants cultivating in rhizobox systems, 6th Fresh Blood for Fresh Water Conference, Tihany, Hungary, 23-27 April 2019.

Vetési Viktória, Dobosy Péter, Óvári Mihály, Kröpfl Krisztina, Sirat Sandil, Takács Tünde, Záray Gyula: Jód adagolás hatása sárgahüvelyű bokorbab növények elemfelvételére, XXIV. Bolyai Konferencia, Budapest, 2019. április 6-7.

Témavezetői tevékenység

Társ-témavezető

Kovács Vanda Viktória: Jód adagolás hatása fóliasátorban nevelt paradicsomnövények elemfelvételére, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Tudományos Diákköri Dolgozat, 2020.

Az értekezés témájához közvetlenül nem kapcsolódó közlemények

Sirat Sandil, Mihály Óvári, Péter Dobosy, Viktória Vetési, Anett Endrédi, Anita Takács, Anna Füzy, Gyula Záray: Effect of arsenic-contaminated irrigation water on growth and elemental composition of tomato and cabbage cultivated in three different soils, and related health risk assessment. Environmental Research 197 (2021) 111098.

Az értekezés témájához közvetlenül nem kapcsolódó szóbeli előadások

Sirat Sandil, Mihály Óvári, Viktória Vetési, Péter Dobosy, Anna Füzy, Gyula Záray: Effect of arsenic in irrigation water on plant growth at different developmental stages, 16th Carpathian Basin Conference for Environmental Science (online), Budapest, Hungary 30 March- 1 April 2021.

Sirat Sandil, Mihály Óvári, Viktória Vetési, Péter Dobosy, Anna Füzy, Gyula Záray: Arsenic in irrigation water and its uptake in vegetables, 9th Interdisciplinary Doctoral Conference, (online), Pécs, Hungary, 27-28 November 2020.

Sirat Sandil, Viktória Vetési, Péter Dobosy, Mihály Óvári, Anna Füzy, Gyula Záray: Arsenic uptake in tomato and cabbage irrigated with arsenic-contaminated water, Proceedings of the 26th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, Hungary, 23-24 November 2020.

Sirat Sandil, Péter Dobosy, Viktória Vetési, Mihály Óvári, Krisztina Kröpfl, Anna Füzy, Márk Rékási, Gyula Záray: Arsenic uptake in pea and carrot cultivated in three soil types, 16th. Carpathian Basin Conference for Environmental Science (online), Budapest, Hungary 4-6 June 2020.

Sirat Sandil, Viktória Vetési, Péter Dobosy, Krisztina Kröpfl, Mihály Óvári, Anna Füzy, Gyula Záray: Uptake and accumulation of arsenic in four vegetables irrigated with water containing arsenic, Chemistry Conference for Young Scientists, Blankenberge, Belgium, 19-21 February 2020.

Mihály Óvári, Viktória Vetési, Krisztina Kröpfl, Sirat Sandil, Péter Dobosy, Gyula Záray: Szelén eloszlásának vizsgálata burgonya gumóiban lézerabláció-induktív csatolású plazma-tömegspektrometriával, 62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Balatonszárszó, 2019. november 11-13.

Sirat Sandil, Péter Dobosy, Krisztina Kröpfl, Anna Füzy, Mihály Óvári, Viktória Vetési, Gyula Záray: Arsenic uptake in tomato and potato plants grown in silt and sand soil and irrigated with water containing arsenic, 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, Hungary, 7-8 October 2019.

Sirat Sandil, Péter Dobosy, Krisztina Kröpfl, Mihály Óvári, Viktória Vetési, Anna Füzy, Gyula Záray: Arsenic uptake in bean and cabbage cultivated in silty and sandy soil and irrigated with arsenic containing water, 16th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 4-7 September 2019.

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal NVKP_16-1-2016-0044 azonosítószámú projektje támogatta.