



A DUDARIT SÓKIMOSÓDÁST ELŐSEGÍTŐ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN

TUBA GÉZA¹ – KOVÁCS GYÖRGYI¹ – NAGY PÁL MÁTÉ² – ZSEMBELI
JÓZSEF¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet, Karcag

²Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlatváltozás, az aszályos időszakok növekedésével, jelentős kihívások elé állítja a mezőgazdaságot. Az aszály mérséklésének egyik módja az öntözéses gazdálkodás, ami kertészeti kultúrák esetén ma már szinte elengedhetetlen a termésbiztonság érdekében. Az öntözés, különösen Karcag térségében, ahol az elérhető öntözővíz (rétegvíz, hálózati víz) magas sótartalmú (600-1200 mg/l) másodlagos szikesedést okozhat. Különösen veszélyeztetettek a nagy agyagtartalmú, kötött, kedvezőtlen vízháztartású talajok. A talajok víznyelő- és vízvezető képességét, az okszerű művelés mellett, különböző talajjavító anyagok használatával növelhetjük. Kutatómunkánk során egy a lelőhelyéről (Dudar, Magyarország) elnevezett, természetes anyag, a Dudarit, kilúgzást elősegítő, az öntözővíz okozta sóterhelés csökkentő hatását vizsgáltuk tenyésztedényes kísérletben, bolygatott kötött talajon. Megállapítottuk, hogy a nagy dózisban alkalmazott (8–12 kg/m³) javítóanyag eredményesen használható erre a célra, mivel kedvezőbbé teszi a talaj vízháztartását, elősegíti a kilúgzást.

Kulcsszavak: másodlagos szikesedés, talajjavítás, kilúgzás.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A klímaváltozás korunk és a következő évtizedek egyik legnagyobb veszéllyel járó jelensége (*Khan et al.*, 2016), melynek hatásai ma már szinte a világ minden területén tapasztalhatóak. Magyarországon az elmúlt évszázadban 1,2 °C-kal nőtt az évi középhőmérséklet, megváltozott a csapadékeloszlás, fokozódott az aszályérzékenység (*Zsembeli et al.*, 2019; *Lakatos et al.*, 2021). Egyre gyakrabban jelentkeznek aszályos időszakok, aszályos évek (*Somfalvi-Tóth*, 2021, *Kovács et al.*, 2022). Az aszály hatását többek között öntözéssel mérsékelhetjük. Öntözéses gazdálkodás esetén a talaj tulajdonságait és a természetni kívánt növény igényeit veszik alapul miközben figyelembe kell venni az öntözővíz minőségét, elsősorban annak sótartalmát. A vízhiány mellett a talaj növekvő sóterhelése, a szikesedés közel 1 milliárd hektár termőföldet érint a világon (*Wang et al.*, 2003; *Li et al.*, 2019). A másodlagos szikesedés elsősorban a félszáraz klímával jellemezhető (évi 700 mm alatti csapadék) területeken lép fel (*Geeson et al.*, 2003). Fő oka a helytelen öntözés (*Ghassemi et al.*, 1991; *Lambert et al.*, 2002). Magyarországon másodlagos szikesedéssel veszélyeztetett talajok területe 400.000 hektár körüli, melynek jelentős hányada az Alföldön található (*Blaskó*, 2005), ahol nem csak a nagy sótartalmú öntözővizek használata okozhat sóterhelést a feltalajban, hanem a megemelkedő sós talajvíz is hozzájárulhat ehhez a jelenséghez (*Zsembeli et al.*, 1996). Az öntözésnek kedvező, kilúgzást elősegítő és kedvezőtlen hatásai is lehetnek a talaj sómértékére (*Várallyay*, 1989), minél jobb a talaj víznyelő- és vízvezetőképessége, annál több só juttatható a talajba veszélyes mértékű sófelhalmozódás nélkül (*Filep*, 1999). Helytelen öntözéssel jelentős károkat okozhatunk a talaj szerkezetében, tömörödés és másodlagos szikesedés jelentkezhet (*Darab*, 1958; 1961). A különböző komposztok és talajkondicionáló szerek szerkezetjavító, kilúgzást növelő hatását kutatócsoportunk tenyészedényes, liziméteres és kisparcellás kísérletekben már kimutatta (*Kovács et al.*, 2013; *Sinka et al.*, 2019; *Rivera-Garcia et al.*, 2020; *Zsembeli et al.*, 2011; 2017; 2021). Kutatásaink igazolták, hogy a Karcag térségére jellemző magas, 600-1200 mg/l összes oldott sótartalmú, jellemzően nátrium-hidrokarbonátos vizek is alkalmazhatóak öntözésre, amennyiben a megfelelő talajművelés mellett talajjavító anyagok hozzáadásával kedvezőbbé tesszük a talaj szerkezetét, elősegítve a kilúgzást.

A származási helyéről elnevezett Dudarit (a Bakonyban, Dudar település mellett bányásszák) világszerte kiváló minőségű anyagnak számít, humuszanyag alapú termék,

nyersanyaga a leonardit, melyben oxidált állapotban konzerválódott szén (Vucskits, 2014). A legtöbb természetes humuszanyag az idősebb tőzegben, és a lignitben található, a leonardit huminsav tartalma közel 70% (Csicsor és Tombác, 2022). A Dudarittól, mint magas huminsav tartalmú anyagtól, elsősorban szervesanyagokban és tápanyagokban szegényebb, homoktalajokon várhatunk termésmnövelő hatást, azáltal, hogy a talaj szerkezetét, pórusviszonyait javítja. A leonardit termésmnövelő hatását több kutató kimutatta, homoktalajon kukoricánál termésmnövekedést mutattak ki (Duplessis és MacKenzie, 1983), burgonyánál 38%-kos termésmnövekedést értek el (Sanli et al., 2013), míg édesfű (*Stevia rebaudiana* B.) esetén 20%-kal növekedett a szárított levélhozam (Takács-Hajos et al., 2019). Savanyú podzolos talajon a pH emelkedéséről és a mikrobiológiai aktivitás növekedéséről számoltak be (Sugier et al., 2013).

Kutatómunkánk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a Karcag térségére jellemző nagy agyagtartalmú talajokon alkalmazható-e a Dudarit nevű készítmény a kilúgzás elősegítésére, az öntözővíz okozta sóterhelés csökkentésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A Dudarit hatásának vizsgálatára 3 ismétléses tenyészédényes kísérletet állítottunk be 2022 februárjában a MATE Karcagi Kutatóintézet (KKI) tenyészédényházában. A 0,002 m³ térfogatú, 0,02 m² felületű tenyészédényekbe, a KKI H-1 jelű táblájának felső 0,2 m-es rétegéből származó, 2 kg mennyiségű, légszár, aprómorzás szerkezetű talajt mértünk be. A térségre jellemző kötött, nehezen művelhető talaj néhány tulajdonságát az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A vizsgált talaj néhány tulajdonsága

Table 1: Some properties of the investigated soil

pH (H ₂ O)	K _A (1)	EC mS/c m	Humus z (2) (m/m) %	CaCO ₃ (m/m) %	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL- K ₂ O mg/kg	AL-Na mg/kg	AL-Ca mg/kg	y ₁ %
6,8	46	0,52	3,8	0,25	218	480	283	4248	6,7

Forrás: KKI Központ Laboratórium

(1) Plasticity index by Arany, (2) Humus content

A vizsgált talaj egy semleges kémhatású (pH (H₂O) 6,8) agyagos vályogtalaj (K_A 46), alacsony mész- és szikesedére utaló mennyiségű (0,52 mS/cm) összes oldható sótartalommal. A magas AL-oldható Na-tartalma (283 mg/kg) is mutatja a szikes jellegét. Kedvezően humuszos, ennek köszönhetően jó a N-szolgáltató képessége, foszforellátottsága jó, káliumellátottsága igen jó.

Az edények megtöltése után kijuttattuk a felszínre a mozsárban aprószemcsésre tört talajjavító anyagot, amit a felső 0-5 cm-es rétegben elkevertünk. A kísérletben a kezeletlen kontroll mellett a Dudarit 3 különböző dózisát alkalmaztuk. Az alkalmazott dózisokat a forgalmazó ajánlása alapján (5-10 kg javítóanyag/m³ táptalaj) 5; 8, valamint 12 kg/m³ dózisban határoztuk meg. A Dudarit beltartalmi értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

2.táblázat: A Dudarit összetétele

Table 2: Components of Dudarit

Szerves anyag (1)	62 m/m%
Ásványi anyag (2)	16 m/m%
Huminsavak (szárazanyagban) (3)	60 m/m%
N	0,05 m/m%
P ₂ O ₅	0,2 m/m%
K ₂ O	0,3 m/m%
Ca	3 m/m%
Mg	0,5 m/m%
S	2,5 m/m%
Mikroelemek (4): Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo	min. 0,5 m/m%

Forrás: Greengazda.com alapján

(1) Organic matter content, (2) Mineral matter content, (3) Humic acids in dry matter content, (4) Microelements

Jelzőnövényt nem alkalmaztunk, a kísérlet időszakában kikelő gyomokat eltávolítottuk a tenyészedenyekből. A kísérletet 6 hónapig folytattuk, ez alatt összesen 165 mm öntözővizet juttatunk ki (3,3 l/edény), ami kis mértékben meghaladta a 2022-ben ugyanezen időszakban Karcagon lehullott csapadék mennyiségét (152 mm). Összesen 12 alkalommal öntöztünk, a természetes csapadéknak megfelelő időben és mennyiséggel. A hosszabb öntözésmentes időszakokban kiszáradó talajt két alkalommal megműveltük, a tenyészedenyeket megkapáltuk, a levegőzöttség biztosítása érdekében. Öntözővízként a

Karcagon öntözésre is gyakorta alkalmazott, átlagosan 1,86 mS/cm vezetőképességű (1190 mg/l sótartalmú) csapvizet használtunk.

A tenyészedények alatt elhelyezett gyűjtőedényekben felfogtuk a talajon átfolyó vizet (drénvíz), a kísérlet végén megmértük annak mennyiségét és elektromos vezetőképességét (EC), valamint a talaj EC-jét is, az edények talajába 10 cm-es mélységbe szűrve, három ismétlésben. Az EC-t helyszíni talaj- és folyadék vizsgálatokra alkalmas GroLine - HI98331 EC-teszterrel (*hannainst.hu*) vizsgáltuk (1. ábra).



1. ábra: GroLine - HI98331 EC-teszter

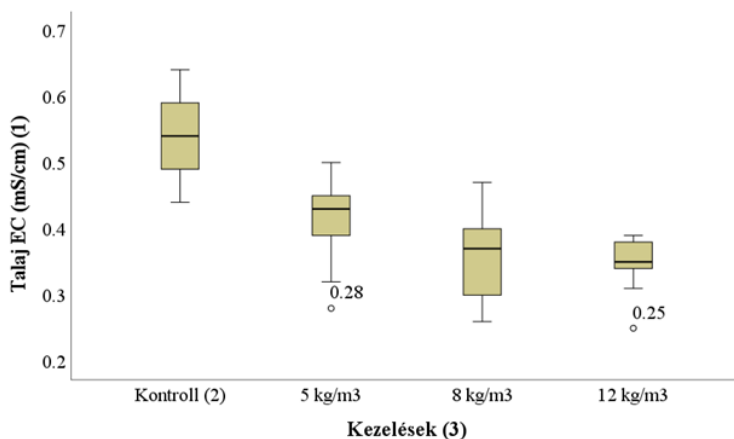
Figure 1: GroLine - HI98331 EC-tester

A talajból kimosott só mennyiségét a drénvíz sókoncentrációjából és mennyiségéből számítottuk ki. Az eredmények értékeléséhez IBM SPSS Statistics 27.0.1 programot, egytényezős varianciaanalízist és LSD tesztet alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kísérlet 6 hónapja alatt tenyészedényenként 3300 ml 1190 mg/l sótartalmú öntözővízzel összesen 3928 mg sót vittünk a talajba. A tenyészedények talaját a kísérlet befejeztével, annak 187. napján vizsgáltuk meg, meghatároztuk a talaj elektromos vezetőképességét. Megállapítottuk, hogy a sós vízzel való öntözés következtében a kísérlet folyamán a kontroll talajában kis mértékű sófelhalmozódás figyelhető meg, a kezdeti 0,52 mS/cm EC érték 0,54 mS/cm-re változott. A kísérlet végén kontrollhoz képest mindegyik Dudarit kezelés az EC érték csökkenését eredményezte (2. ábra). A kezelésként 9 ismétlésben végzett mérés eredményei közel azonos mértékű szórást

mutatnak, az 5 kg/m³ és a 12 kg/m³ dózisok esetén kiugróan alacsony értékeket is mértünk, a kezelések átlagai mégis különböznek a kontrolltól.



2.ábra: A talaj elektromos vezetőképessége (EC) a kísérlet végén

Figure 2: Electrical conductivity (EC) of the soil at the end of the experiment

(1) EC of soil, (2) Control, (3) Treatments

Az elvégzett egytényezős varianciaanalízis és LSD teszt alapján az EC csökkenése a kontrollhoz viszonyítva minden kezelés esetén szignifikáns mértékű volt (3. táblázat).

3.táblázat: A talaj elektromos vezetőképességi (EC) adataira elvégzett LSD teszt eredménytáblázata

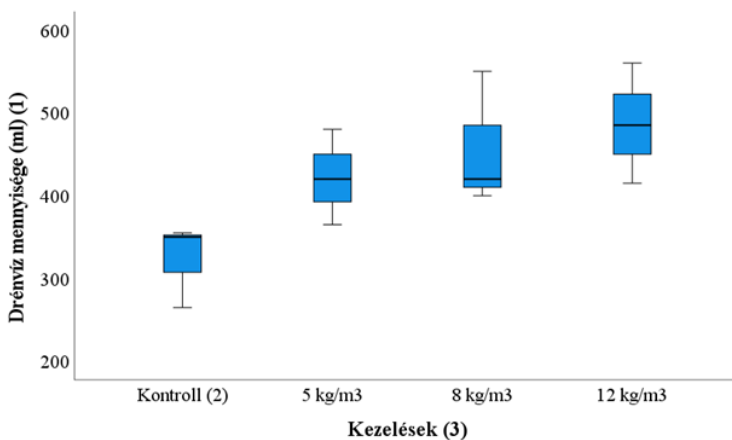
Table 3: LSD test results for soil electrical conductivity (EC) data

Kezelések (1)	Átlagok közti eltérés (2)	Standard hiba (3)	Szignifikancia (4)	95%-os konfidencia intervallum (5)		
				Alsó határ (6)	Felső határ (7)	
Kontroll (8)	5 kg/m ³	0,1344*	0,0295	0,00	0,074	0,195
	8 kg/m ³	0,1833*	0,0295	0,00	0,123	0,243
	12 kg/m ³	0,1967*	0,0295	0,00	0,137	0,257

*. Az átlagok közti eltérés 0,05-ös szinten szignifikáns

(1) Treatments, (2) Mean difference, (3) Standard error, (4) Significance, (5) Confidence interval, (6) Lower bound, (7) Upper bound, (8) Control, *The mean difference is significant at the 0.05 level.

A vizsgálati időszak során a talajból kifolyó víz (drénvíz) mennyiségét értékelve megállapítottuk, hogy kontrollhoz képest mindegyik kezelésnél nőtt a drénvíz mennyisége, a Dudarit kezelések javították a talaj vízvezetőképességét, bár nem egyforma mértékben (3. ábra). A legkisebb, 5 kg/m³ dózis esetén a kontrollhoz közeli értéket is tapasztaltunk, a szórás pedig a 8 kg/m³ dózisonál a legnagyobb.



3.ábra: A drénvíz mennyisége a kísérlet végén

Figure 3: Amount of drain water at the end of the experiment

(1) Amount of drain water (2) Control, (3) Treatments

A statisztikai vizsgálatok azt igazolták, hogy a különbségek az 5 kg/m³ dózis esetén nem, a két nagyobb dózis esetén viszont szignifikáns mértékűek (4. táblázat).

4.táblázat: A drénvíz mennyiségére elvégzett LSD teszt eredménytáblázata

Table 4: LSD test results for the amounts of drain water

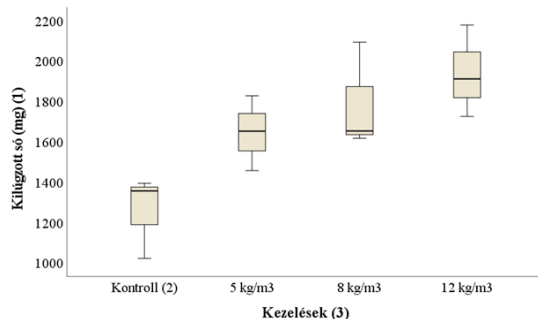
	Kezelések (1)	Átlagok közti eltérés (2)	Standard hiba (3)	Szignifikancia (4)	95%-os konfidencia intervallum (5)	
					Alsó határ (6)	Felső határ (7)
					Kontroll (8)	5 kg/m ³
	8 kg/m ³	-133,333*	54,403	0,040	-258,79	-7,88
	12 kg/m ³	-163,333*	54,403	0,017	-288,79	-37,88

*. Az átlagok közti eltérés 0,05-ös szinten szignifikáns

(1) Treatments, (2) Mean difference, (3) Standard error, (4) Significance, (5) Confidence interval, (6) Lower bound, (7) Upper bound, (8) Control. *The mean difference is significant at the 0.05 level.

Megmértük a drénvizek elektromos vezetőképességét és az EC értékekből kiszámítottuk a sókoncentrációt. A Dudarittal kezelt talajokból kifolyó víz sókoncentrációja kis mértékben magasabb volt a kontroll edényekből kifolyó vizénél, de a különbségek statisztikailag nem igazolhatóak, az eltérések mértékéhez képest magas a szórásuk.

A talajból kilúgzott só mennyiségét a drénvíz mennyiségéből és annak sókoncentrációjából számítottuk ki (4. ábra). Megállapítottuk, hogy a kontrollhoz képest a kezelések hatására több só mosódott ki az edények talajából. Bár a drénvizek sóartalma közel azonos mértékű volt, a több átfolyó víz miatt a kimosott só mennyisége a kezelések hatására magasabb volt.



4. ábra: A kilúgzott só mennyisége a kísérlet végén

Figure 4: Amounts of leached salts at the end of the experiment

(1) Amount of leached salts (2) Control, (3) Treatments

A statisztikai vizsgálatok igazolták, hogy drénvíz mennyiségéhez hasonló módon a kilúgzott só mennyisége esetén is, az 5 kg/m³ dózis használata nem eredményezett szignifikáns különbséget, míg a két magasabb dózisu kezeléssel jelentősen több sót lehet eltávolítani a talajból (5. táblázat).

5.táblázat: A kilúgzott só mennyiségére elvégzett LSD teszt eredménytáblázata

Table 5: LSD test results for the amounts of leached salts

	Kezelések (1)	Átlagok közti eltérés (2)	Standard hiba (3)	Szignifikancia (4)	95%-os konfidencia	
					intervallum (5)	
					Alsó határ (6)	Felső határ (7)
Kontroll	5 kg/m ³	-388,000	181,774	0,065	-807,17	31,17
(8)	8 kg/m ³	-530,333*	181,774	0,019	-949,50	-111,16
	12 kg/m ³	-680,667*	181,774	0,006	-	-261,50
					1099,84	

*. Az átlagok közti eltérés 0,05-ös szinten szignifikáns

(1) Treatments, (2) Mean difference, (3) Standard error, (4) Significance, (5) Confidence interval, (6) Lower bound, (7) Upper bound, (8) Control. *The mean difference is significant at the 0.05 level.

Az öntözéssel okozott extrém mértékű sóterhelést (~196 g/m²) a növekvő dózisu Dudarit kezelésekkkel növekvő mértékben sikerült mérsékelni. A bevitt és a kilúgzott sómennyiség különbsége, azaz a sómérleg, a kontroll esetén átlagosan 135,5 g/m², amit a már a legkisebb dózisu kezelés (5 kg/m³) is 15%-kal, míg a 8 és 12 kg/m³ dózisok pedig 20 és 25%-kal csökkentettek.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a magas huminsav tartalmú Dudarit nem csak homoktalajokon, de a Karcag térségére jellemző kötött, kedvezőtlen vízháztartású talajokon is eredményesen alkalmazható talajjavításra. A térségben rendelkezésre álló magas sótartalmú öntözővízzel jelentős sóterhelést idézhetünk elő a szikesedésre hajló talajoknál, ami a Dudarit nagy dózisu használatával jelentősen mérsékelhető, a káros sóknak a mélyebb talajrétegekbe történő kimosódásának elősegítése révén. A gyakorlat számára, öntözéssel termesztés esetén, elsősorban

kertészeti kultúrákban ajánlható ezen javítóanyag alkalmazása, mivel a 8 kg/m³ dózis minden vizsgált paraméterre szignifikáns mértékű különbséget eredményezett, viszont ekkora dózis szántóföldi alkalmazása már problémás lehet a hektáronként kijuttatandó ~16 t javítóanyagszükséglet miatt.

EXAMINATION OF THE SALT LEACHING ENHANCING EFFECT OF DUDARITE IN A POT EXPERIMENT

GÉZA TUBA¹ – GYÖRGYI KOVÁCS¹ – PÁL MÁTÉ NAGY² – JÓZSEF
ZSEMBELI¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Research Institute of Karcag,
Karcag

²University of Debrecen, Kálmán Kerpely Doctoral School, Debrecen

SUMMARY

Agriculture is facing severe challenges due to climate change, particularly the increasing frequency of drought periods. One of the mitigation possibilities of drought is irrigation, which is actually essential to ensure yield safety in horticultural production. Irrigation with saline (600-1200 mg/l) waters (aquifers or tap water) available in the region of Karcag can cause secondary salinization of the soils. Heavy textured, compacted soils with high clay content and unfavourable water regime are particularly endangered by this harmful process. The infiltration rate and hydraulic conductivity of such soils can be increased by the application of various amendments, beyond rational tillage. In our study, a natural material named after its mining place (Dudar, Hungary) was investigated in terms of its leaching enhancing and secondary salinization mitigating effects on disturbed samples of a heavy textured soil in a pot experiment. We found high doses (8–12 kg/m³) of Dudarite to be suitable to induce these effects by improving the water regime of the soil, hence resulting in increased leaching of the harmful salts.

Keywords: secondary salinization, soil improvement, leaching.

IRODALOM

Blaskó L. (2005): Talajdegradációs folyamatok és a talajjavítás lehetőségei a Tiszántúl kötött talajain. In: *Antal K. – Michéli E. – Szabóné Kele G. (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés, Kecskemét, Magyarország: SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő pp. 32-42.*

Csicsor A. – Tombácz E. (2022): Antioxidant Effect of Humic Substances from Hungarian Leonardite. *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, **50**(1), 1–5. <https://doi.org/10.33927/hjic-2022-0>

Darab K. (1958): A tiszántúli öntözött réti talajok másodlagos szikesedése. *Agrokémia és Talajtan*, **7**/1. pp. 53-64.

Darab K. (1961): Hazai öntözött talajaink sómérlege és sóforgalma. *Agrokémia és Talajtan* **10**/3, 305-314.

Duplessis, G. L. – MacKenzie, A. F. (1983): Effects of leonardite applications on phosphorus availability and corn growth. *Canadian Journal of Soil Science*. **63**(4): 749-751. <https://doi.org/10.4141/cjss83-076>

Filep Gy. (1999): Az öntözővizek minősége és minősítése. *Agrokémia és Talajtan* **48**/1-2, 49-65.

Geeson, N. A. – Brandt, C. J. – Thornes, J. B. (2003): Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses. John Wiley & Sons, Chichester, UK. 441.pp.

Ghassemi, A. J. – Akeman, J. – Nix, H. A. (1991): Human induced salinization and the use of quantitative methods. *Environment international*. **17**: 581-594.

Khan, A. A. – Ijaz, M. – Muhammad, J. – Goheer, A. R. – Akbar, G. – Adnan, M. (2016): Climate change implications for wheat crop in Dera Ismail Khan District of Khyber Pakhtunkhwa. Pakistan. *Journal of Meteorology*. **13**: 25 pp. 17–27.

Kovács Gy. – Tuba G. – Czibalmos R. – Csízi I. (2013): Különböző komposztadagok hatása az extenzív gyep talajának néhány tulajdonságára. *Gyepgazdálkodási Közlemények* **2010/2011**: 2 pp. 9-14.

Kovács Gy. – Tuba G. – Sinka L. – Rivera-Garcia, A. – Zsembeli J. (2022): Jász-Nagykunszolnok megye főbb növényeinek termésátlagai az aszály mértékének függvényében. *Növénytermelés* **71**: 2 pp. 63-78.

- Lakatos M. – Bihari Z. – Izsák B. – Szentes O. (2021): Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. *Scientia et Securitas* **2**: 2 pp. 164–171. <https://akjournals.com/downloadpdf/journals/112/2/2/article-p164.pdf>
- Lambert, K. – Sedema, I. – Karim, S. (2002): Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. *Irrigation and Drainage Systems*. **16**: 161–174.
- Li, M. – Du, Y. – Bai, Y. – Fan, J. – Zhang, J. – Chen S. (2019): Simulation of cotton growth and soil water content under film-mulched drip irrigation using modified CSM-CROPGRO-cotton model. *Agricultural Water Management*, **218**. pp. 124-138. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.041>
- Rivera-Garcia, A. – Tuba G. – Czeller K. – Kovács Gy. – Zsembeli J. (2020): Mitigation of the effect of secondary salinization by micro soil conditioning. *Acta Agraria Debreceniensis* **1**. pp. 115-119. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/3720>
- Sanlı, A. – Karadogan, T. – Tonguc, M. (2013): Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish Journal Of Field Crops*, **18** (1), 20-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tjfc/issue/17122/179037>
- Sinka L. – Rivera-Garcia, A. – Tuba G. – Zsembeli J. (2019): Mitigation of salt stress caused by secondary salinization. In: XX. stiavnické dni 2019: Zborník recenzovaných príspevkov. pp. 254-262.
- Somfalvi-Tóth K. (2021): Az éghajlatváltozással kapcsolatos kutatások, eredmények, hatások. In: Holló G. – Pekár A. (szerk.) Éghajlatváltozás az agráriumban: Kihívások és megoldások. Pécs, Magyarország, MTA Pécsi Területi Bizottság, MATE Kaposvári Campus pp. 9-16. https://tab.mta.hu/files/7516/1537/0985/Hollo_Gabriella_Eghajlatvaltozas_az_agrariumban_kihivasok_es_megoldasok.pdf
- Sugier, D. – Kołodziej, B. – Bielińska, E. (2013): The effect of leonardite application on *Arnica montana* L. yielding and chosen chemical properties and enzymatic activity of the soil. *Journal of Geochemical Exploration*. Volume **129**, pp. 76-81. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.10.013>.
- Takács-Hájos M. – Rubóczki T. – Szabó F. M. – Kiss A. (2018): Effect of environmentally friendly nutrition supply on stevia (*Stevia rebaudiana* B.) Production. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **47(1)**, 201–206. <https://doi.org/10.15835/nbha47111232>

Várallyay Gy. (1989): Az öntözéses gazdálkodás talajtani alapjai. In: Szalai Gy. (szerk.): Az öntözés gyakorlati kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 84-88.

Vucskits A. V. (2014): A fulvosav és a huminsav biológiai hatásának vizsgálata patkányokon. Doktori (PhD) értekezés. Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Állatorvos-tudományi Doktori Iskola. Budapest. DOI: <https://10.14751/SZIE.2014.023>

Wang, W. – Vinocur, B. – Altman, A. (2003): Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. (1): 1-14. DOI: <https://10.1007/s00425-003-1105-5>

Zsembeli J. – Blaskó L. – Juhász Cs. (1996): A talajvízjárás és a sómozgás sorozatvizsgálata a Tisza-tó hidrológiai hatásterületén. In: Tisza-szabályozás 150. évfordulója és annak eredményei. Magyar Hidrológiai Társaság, pp. 155-167.

Zsembeli J. – Czeller K. – Tuba G. – Szücs L. – Sinka L. (2017): Effect of irrigation with saline water on the soil and legumes in simple drainage lysimeter. 17. Gumpensteiner Lysimetertagung. Raumberg-Gumpenstein. pp. 189-192.

Zsembeli J. – Kovács Gy. – Sinka L. – Rivera, Garcia A. – Nagy P. M. – Tuba, G. (2021): Talajjavító és talajkondicionáló szerek vizsgálata tenyészedényes kísérletben. In: Balláné Kovács A. – Tállai M. – Kocsisné Demjén Á. (szerk.) A talajtan és a kapcsolódó tudományok időszerű kérdései. Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar. pp. 306-311.

Zsembeli J. – Kovács Gy. – Tuba G. – Czeller K. – Juhász, Cs. (2019): Climate change at local level on the base of the air temperature and precipitation data of the weather station of Karcag. In: Máchal, P. (szerk.) Creating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil. Brno, Csehország: International Visegrad Fund. pp. 43-49.

Zsembeli J. – Szücs L. – Blaskó L. (2011): Secondary salinization by irrigation from drilled wells in Karcag area. *Növénytermelés* 60. vol. Suppl. 305-308.

Greengazda.com. Letöltve: <https://www.greengazda.com/novenytapok-rendeltetes-szerint/szerves-bio-tragyak/huminit-dudarit.html> (Utolsó letöltés: 2023/02/02)

Hanna Instruments. Letöltve: <https://hannainst.hu/hu/product/talaj-ec-mero-groline-hi98331> (Utolsó letöltés: 2023/02/02)

A szerzők levélcíme – Address of the corresponding authors:

Tuba Géza

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet

5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail-cím: Tuba.Geza@uni-mate.hu

Kovács Györgyi

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet

5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail-cím: Kovacs.Gyorgyi@uni-mate.hu

Zsembeli József

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet

5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail-cím: Zsembeli.Jozsef@uni-mate.hu

Nagy Pál Máté

Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola

4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

E-mail-cím: g.nagypal45@gmail.com