

Csernozjom talajok talajvizsgálati eredményeinek összehasonlító statisztikai értékelése

Víg Róbert¹ – Dobos Attila² – Pongrácz Zoltán³

¹Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar,

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

²MTA-DE Földművelési és Területfejlesztési Kutatócsoport,
Debrecen

³Syngenta Seeds Kft., Mezőtúr
vr.esox@vipmail.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az egyoldalú földhasználat eredményeként romlott talajaink termékenysége, ami szükségessé teszi a helyspecifikus tápanyag-utánpótlás alkalmazását. A precíziós tápanyag-utánpótlás feltétele, hogy ismerjük a művelés alatt álló területen előforduló különböző típusú talajfoltok helyzetét, kiterjedését, talajtani tulajdonságait, valamint a talaj tápanyag-ellátottságát.

2006-ban 580 ha szántóterületen vettünk talajmintákat. A talajmintavétel 5 ha-onként, 0-30 és 30-60 cm-ről, tavasszal 2006. 05. 20 és 2006. 06. 12 között, valamint ősszel 2006. 09. 19 és 2006. 10. 02 között történt. A talajvizsgálatokat a DE-ATC Agrokémiai és Talajtani Tanszéken végezték.

A két vizsgált talaj gyengén meszes, kis sótartalmú, cinkben gyengén ellátott. A mészlepedékes csernozjom talaj gyengén savanyú, humusz-, nitrogén-, foszfor- és káliumtartalma közepes. A réti csernozjom talaj gyengén lúgos kémhatású, humusz- és káliumellátottsága megfelelő, nitrogén- és foszfortartalma közepes. A réti csernozjom talaj a kötöttségben, a mész-, só-, humusz-, nitrogén-, foszfor- és káliumtartalomban nagyobb, a pH és cinktartalomban kisebb területi heterogenitást mutat, mint a mészlepedékes csernozjom talaj.

A mért értékek szórása a pH, a kötöttség, a humusz- és nitrogéntartalom esetében szignifikánsan különbözik a két talajtípus között. A mészlepedékes csernozjom és a réti csernozjom talaj kötöttsége, pH-ja, humusz-, nitrogén- és cinktartalma szignifikánsan különbözik, viszont a foszfortartalomban csak az őszi talajmintavétel eredményei mutatnak statisztikailag igazolható különbséget.

Kulcsszavak: csernozjom talajok, talajvizsgálat, tápanyag-ellátottság

SUMMARY

The soil fertility was degraded as a result of unreasonable tillage, therefore the application of site-specific nutrient replacement is necessary. It is essential for the application of precision fertilization to know the location, extension, soil properties and nutrient-supply of the different soil types of cultivated areas.

We collected soil samples from 580 hectares of land in 2006. Soil samples were collected from every 5 ha in 30 and 60 cm depths during Spring from 20.05.2006 to 12.06.2006 and again in Autumn from 09.19.2006 to 02.10.2006. Soil samples were analysed at the Department of Agricultural Chemistry and Soil Science of DE-ATC.

The two examined soils are slightly calcareous, weakly saline, poor in zinc. The calcareous chernozem soil is slightly acid, the

content of humus, nitrogen, phosphorus and potassium is medium in this soil. The meadow chernozem soil is slightly alkaline, and properly supplied with humus and potassium, and middling supplied with nitrogen and phosphorus. The meadow chernozem soil is more heterogenous in soil plasticity, lime, saline, nitrogen phosphorus and potassium content and less heterogenous in pH and zinc content than the calcareous chernozem soil.

Standard deviation of measured values in pH, soil plasticity, humus and nitrogen content significantly differ between the examined soil types. The soil plasticity, pH, humus, nitrogen and zinc content significantly differ among calcareous chernozem soil and meadow chernozem soil, but the difference in phosphorus content can be statistically proven only in case of Spring soil sampling.

Keywords: chernozem soils, analysis of the soil, nutrient supply

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A földművelés és a növénytermesztés fejlődése során az emberiség a mezőgazdasági tevékenységgel jelentős mértékben befolyásolta a Föld felszínét, a talaj tulajdonságait. Az iparszerű, erősen kemizált, a termőhelyi feltételeket figyelmen kívül hagyó gazdálkodási forma, az egyoldalú földhasználat olyan káros folyamatokat indított el a talajban, mely a talajtermékenység csökkenéséhez vezetett (Ruzsányi és Pepó, 1999).

A talajhasználat nem vezet szükségszerűen talajkészleteink állapotának romlásához. Az erősödő kedvezőtlen hatások ellenére talajaink minősége, termékenysége megőrizhető, fenntartható (Várallyay, 2001).

Az idő folyamán a talaj termékenységével kapcsolatos elméletek jelentős mértékben változtak. Kezdetben úgy gondolták, hogy a növények csak humusszal táplálkoznak. Liebig német tudós 1840-ben felállított elméletében a talaj termékenységét a növények számára felvehető tápanyagok mennyiségével azonosította. V. R. Viljamsz a tápanyagok és a víz jelentőségét hangsúlyozta. „A talaj termékenysége, vagyis az a képesség, hogy termést adjon, nemcsak a benne lévő tápláléktól és víztől függ, hanem mindazon tulajdonságok összességétől, amelyek hatnak a növények növekedésére és fejlődésére” (Avdonyin, 1972).

Talajaink természetes állapotának, termékenységének fenntartása szükségessé teszi,

hogy a tápanyag-utánpótlást a kultúrnövény igényeihez, a tápanyagfelvételi dinamikához, és a termőhelyi viszonyokhoz igazítsuk (Németh, 2001).

A talajvizsgálat elengedhetetlen eszköze a fenntartható mezőgazdaságnak. A talajvizsgálati eredményekre alapozva meghatározható a talaj tápanyag-ellátottsága, a tápanyagtartalomban bekövetkező rövid és hosszú távú változások, a természetes folyamatok és az emberi tevékenység hatására bekövetkező kedvezőtlen változások. A talajvizsgálat eredményei segítséget nyújtanak talajaink termékenységének megítélésében, a helyes tápanyag-utánpótlás meghatározásában, a talajjavítás szükségének megítélésében (Kádár, 1987).

A talaj savanyodásában a környezeti tényezők mellett igen jelentősek lehetnek az antropogén hatások is. Az öntözéssel elősegítjük a talajok kilúgozódását, a termés betakarításával csökkentjük a talajok bázistartalmát (Bacsó et al., 1977). Több szerző hangsúlyozza, hogy az intenzív műtrágyázás hatására a pH jelentős mértékben csökkenhet (Avdonyin, 1972; Bacsó et al., 1977; Filep, 1995b). A savanyú talajok esetében a nitrogéntrágyák növelik az aktuális és a hidrolitos savanyúságot, ami káliumtrágyák együttes alkalmazásával jelentősebb (Avdonyin, 1972). Füleky és Kovács (1993) barna erdőtalajon, tartamkísérletben igazolták a rendszeres műtrágyázás savanyító hatását, ami növekvő műtrágya-adagok mellett erőteljesebb volt. Krisztián és Kadlicskó (1992) megállapították, hogy a különböző műtrágyaféleségek közül a nitrogénműtrágya savanyító hatása a legjelentősebb, mely a dózisos növelésével fokozódik, viszont kedvezőbb N-P-K arány kialakításával kompenzálható.

A szikes talajok képződésében elsődleges a szerepe a Na-sók felhalmozódásának, melynek oka lehet a felszínközeli sós talajvíz, sós felszíni vizek bepárlódása, a kémiai mállástermékek korlátozott kilúgzása (Arany, 1956; Herke, 1983). Több szerző hangsúlyozza a talajvizek talajra gyakorolt jelentős hatását. Elsősorban a felszínközeli magas sótartalmú talajvíz játszik szerepet a Kunszentmiklós környéki (Várallyay, 1966), a Fertő tó menti (Szabolcs, 1966), a mezőföldi (Várallyay és Szabolcs, 1966), a dunavölgyi (Várallyay, 1967), az újfehértói (Szabolcs, 1967a), a Nyíregyháza környéki (Szabolcs, 1967b), a hortobágyi Nyírőlapos-Nyári járás területén jellemző (Tóth és Kuti, 1999) szikes talajok képződésében. A másodlagos szikesedés antropogén eredetű okokra vezethető vissza, mint a túlóntözés eredményeként megemelkedett nagy sótartalmú talajvíz (Darab, 1958; Várallyay, 1966, 1974; Szabolcs és Várallyay, 1980), vagy a magas só- vagy Na-tartalmú öntözővíz alkalmazása (Arany, 1956; Várallyay, 1966; Imre, 1996).

A humuszanyagok jelentős szerepet játszanak a talaj szerkezetének, tápanyagszolgáltató képességének, hő- és vízgazdálkodásának kialakításában, a talajmikróbák tevékenységének szabályozásában (Stefanovits, 1981).

A szerves anyag bontása és felhalmozódása egyensúlyra vezető folyamatsorozat, mely az

ősállapotú talaj művelésbe vételével megváltozik. A művelés alatt álló talajon a humuszanyagok elhasználódása fokozottabb, mint természetes állapotában. Egy Németországban végzett vizsgálat sorozatban megállapították, hogy míg egy 400 éves legelőn a szerves szén-tartalom eléri a 4,1 C%-ot, addig egy 150 éves szántón csak az 1,0 C%-ot (Filep, 1995a).

Ábrahám és Ginál (1967) szolonyec talajon kialakult ösgep feltörését követően 14-15 évvel azt tapasztalta, hogy a talajművelés hatására a humusztartalom a művelt rétegben (0-15 cm) 0,39%-kal, a B-szintben (15-15 cm) 0,23%-kal csökkent az ösgephez képest.

A humuszanyagok mennyiségét elsősorban a talajművelés, másodsorban a trágyázás és a vetésforgó befolyásolja (Győrffy, 1975). Füleky és Kovács (1993) műtrágyázási tartamkísérletben igazolták, hogy a szervesanyag-utánpótlást mellőző trágyázás hosszútávon a humusztartalom jelentős csökkenését eredményezi.

A talaj termékenységének fenntartása, a N-túltrágyázás és környezetszennyezés elkerülhető a humuszmérleg egyensúlyban tartásához szükséges N-műtrágyaadag számításával. Az OMTK tartamkísérletekből származó adatok alapján az egyensúlyi humuszmérleg fenntartásához a vizsgált talajtípustól függően 67-115 kg/ha/év N-műtrágyaadag szükséges (Debreczeniné és Győri, 1997).

ANYAG ÉS MÓDSZER

2006-ban Hajdúszoboszló térségében 580 ha szántóterületet mintáztunk meg, genetikus talajterképre alapozva. A hajdúszoboszlói termelési körzet beszkenelt és a koordináta-rendszerbe beillesztett genetikus talajterképeit a Hajdú-Bihar Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat bocsátotta rendelkezésünkre.

A térinformatikai adatbázis kialakítása ArcView 3.3 és ArcGis 9.1 szoftverkörnyezetben történt. A genetikus talajterképek digitalizálása során a talajfoltokat külön objektumként definiáltuk és egyedi azonosítóval kódoltuk. A kódokat és a talajfoltokra vonatkozó információkat (talajtípus, altípus, változatok) attribútum táblázatban rögzítettük. Ezen információk figyelembe vételével a mintavételi pontok kijelölése során arra törekedtünk, hogy minden talajtípuson és altípuson legyen elegendő mintavételi pontunk a statisztikai értékeléshez. Az egyes mintavételi pontokat egyedi kóddal láttuk el, ami lehetőséget ad a talajminták mintavételi pontok alapján történő egyedi azonosítására.

A talajmintavétel genetikus talajterképre alapozva, GPS-navigációval, az előre kijelölt mintavételi pontokon, 5 ha-onként, 0-30 és 30-60 cm-ről, tavasszal 2006. 05. 20. és 2006. 06. 12. között, valamint ősszel 2006. 09. 19. és 2006. 10. 02. között történt.

A talajvizsgálatokat a DE-ATC Agrokémiiai és Talajtani Tanszékén végezték. A talajmintákból

meghatározták az Arany-féle kötöttséget, pH-t, mész-, só-, humusz-, nitrogén-, AL-oldható foszfor-, AL-oldható káliumtartalmat és cinktartalmat.

A kötöttség, mész-, humusz- és só-tartalom a vegetációs periódusban nem, vagy csak kis mértékben változik, ezért értékelésük a tavaszi és az őszi talajmintavétel mintavételi pontonként átlagolt eredményei alapján történt. A pH, a nitrogén-, foszfor-, kálium- és cinktartalom vizsgálata során a tavaszi és az őszi talajmintavétel eredményeit külön kezeltük. Az ellátottsági kategóriák megállapításakor a Filep (1995c) által ismertetett határértékeket vettük alapul. A tápanyag-ellátottság értékelésekor figyelembe vettük a termőhelyi kategóriát, pH-t, Arany-féle kötöttséget és a mésztartalmat. A humusszal való ellátottság értékelése során a termőhelyi kategóriát és az Arany-féle kötöttséget; a felvehető foszfortartalom megítélésakor a termőhelyi kategóriát, $pH_{(KCL)}$ -t, és a mésztartalmat; a felvehető káliumellátottság vizsgálatakor a termőhelyi kategóriát és az Arany-féle kötöttségi számot, a cinkellátottság értékelésekor az Arany-féle kötöttségi számot vettük figyelembe.

Az eredmények értékelését a talaj felső 30 cm-es rétegére SPSS for Windows 14.0 statisztikai programcsomaggal végeztük. A megfigyelt adatok eloszlását Kolmogorov-Smirnov teszttel, a varianciáját Levene teszttel értékeltük. A mész-, só- és káliumtartalom nem mutatott normál eloszlást, ezért statisztikai értékelésükre a Mann-Whitney tesztet alkalmaztuk. A kötöttség, pH, humusz-, nitrogén-, foszfor- és cinktartalom eloszlása normális volt, viszont varianciájuk a két talajtípus között nem minden esetben bizonyult azonosnak, ezért a statisztikai értékelést független kétmintás t-próbával végeztük, a szignifikancia szintet 5%-osra választottuk.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált terület 59,6%-án (345,7 ha) réti csernozjom, 29,2%-án (169,6 ha) mészlepedékes csernozjom, 10,5%-án (61,2 ha) csernozjom réti talaj található. A réti szolonyec talaj (2,6 ha) és a szolonyeces réti talaj (1,6 ha) a mintaterület 0,7%-át teszi ki. A hajdúszoboszlói termelési körzetben három termőhelyi kategória különíthető el: I., III. és V. A mintaterület 88,8%-án az I. termőhely (réti

csernozjom és mészlepedékes csernozjom talaj), 10,8%-án a III. termőhely (csernozjom réti talaj és szolonyeces réti talaj), 0,7%-án az V. termőhelyi kategória (réti szolonyec talaj) jellemző.

A réti csernozjom talaj Arany-féle kötöttségi száma 41 és 50 között változik, míg mészlepedékes csernozjomon a kötöttség legkisebb mért értéke 41, maximuma 46. A terjedelem 4-gyel, a mért értékek szórása 0,328 értékkel a réti csernozjom talajon magasabb (1. táblázat), de a különböző kötöttségű részterületek területi megoszlása a mészlepedékes területen mutat nagyobb változatosságot. A réti csernozjom terület 97,4%-ára az agyagos vályog, 2,6%-ára a vályog fizikai talajféleség jellemző. Ezzel ellentétben a mészlepedékes csernozjom talajon a vályog-részterületek nagyobb arányban (36,4%) fordulnak elő, mint a réti csernozjom típuson.

A réti csernozjom talaj mésztartalma magasabb, a $CaCO_3$ területi megoszlása heterogénebb, mint a mészlepedékes csernozjom esetében. A réti csernozjom típus átlagos mésztartalma 1,7%, ami a mészlepedékes csernozjom talajon csak 0,03%-ot ér el. A legmagasabb mért érték a réti csernozjomon 6,3%, a mészlepedékes típuson 1,0%. A minimum és a maximum értékek távolsága 5,3%-kal, a szórás 1,414%-kal a réti csernozjom területen magasabb (1. táblázat). A mészlepedékes típus 97,0%-át azon területek teszik ki, ahol a mésztartalom nem éri el a mérhető szintet. A réti csernozjom talaj 23,3%-án nincs mérhető $CaCO_3$ -tartalom, 74,1%-a gyengén meszes, 2,6%-a közepesen meszes (2. táblázat).

A vizsgált talajok kis só-tartalmúak, a só-tartalom területi megoszlása a réti csernozjom talajon heterogénebb. A réti csernozjom típus átlagos só-tartalma 0,015%, az összso legmagasabb mért értéke 0,024%. A mészlepedékes csernozjom területen a só átlagos mennyisége 0,015%, maximum értéke 0,019%. A mért értékek terjedelme 0,016%-kal, a szórása 0,0019%-kal a réti csernozjom talaj esetében magasabb (1. táblázat).

A réti csernozjom talaj humusztartalma 2,48 és 3,79% között változik, átlagos értéke 3,19%. A mészlepedékes típus átlagos humusztartalma 2,62%, minimuma 2,16%, legnagyobb mért értéke 3,15%. A réti csernozjom talaj esetében a minimum és a maximum értékek távolsága 0,32%-kal, átlagos eltérése 0,059%-kal magasabb a mészlepedékes típusra meghatározott értékeknél (1. táblázat).

1. táblázat

A kötöttség, mész-, só- és humusztartalom heterogenitását kifejező értékek

	Talajtípus(1)	Arany-féle kötöttségi szám(2)	Mésztartalom (%) (3)	Sótartalom (%) (4)	Humusztartalom (%) (5)
Átlag(6)	Réti csernozjom t.(9)	45	1,70	0,015	3,19
	Mészlepedékes csernozjom t.(10)	43	0,03	0,015	2,62
Terjedelem(7)	Réti csernozjom t.(9)	9	6,30	0,024	1,31
	Mészlepedékes csernozjom t.(10)	5	1,00	0,008	0,99
Szórás(8)	Réti csernozjom t.(9)	1,616	1,588	0,0043	0,281
	Mészlepedékes csernozjom t.(10)	1,288	0,174	0,0024	0,222

Table 1: Heterogeneity values of soil plasticity, lime, saline and humus content

Soil type(1), Arany type plasticity index(2), Lime content(3), Saline content(4), Humus content(5), Mean(6), Range(7), Standard deviation(8), Meadow chernozem soil(9), Calcareous chernozem soil(10)

2. táblázat

Az eltérő mésztartalmú területek százalékos megoszlása

	Réti csernozjom t.(1)	Mészlepedékes csernozjom t.(2)
Nincs mérhető mésztartalom(3)	23,3%	97,0%
Gyengén meszes(4)	74,1%	3,0%
Közepesen meszes(5)	2,6%	-

Table 2: Percent distribution of the different calcic areas
Meadow chernozem soil(1), Calcareous chernozem soil(2), Immeasurable content of CaCO₃(3), Poor in CaCO₃(4), Middle content of CaCO₃(5)

A mészlepedékes terület 6,1%-a gyengén, 69,7%-a közepesen, 24,2%-a megfelelően ellátott humuszban. A réti csernozjom talaj 87,2%-án jellemzőek a humusszal megfelelően vagy jól ellátott területek, de közepesen és igen jó humusztartalommal rendelkező részterületek is előfordulnak (3. táblázat). A réti csernozjom talaj humusztartalma nagyobb területi heterogenitást mutat, mivel a szélső értékek távolsága, a mért értékek szórása, valamint a különböző ellátottsági kategóriába eső részterületek száma magasabb.

3. táblázat

Az eltérő humusztartalmú területek százalékos megoszlása

	Réti csernozjom t.(1)	Mészlepedékes csernozjom t.(2)
Humusszal gyengén ellátott(3)	-	6,1%
Humusszal közepesen ellátott(4)	9,5%	69,7%
Humusszal megfelelően ellátott(5)	53,1%	24,2%
Humusszal jól ellátott(6)	34,1%	-
Humusszal igen jól ellátott(7)	3,3%	-

Table 3: Percent distribution of the different humic areas
Meadow chernozem soil(1), Calcareous chernozem soil(2), Slightly supplied with humus(3), Middling supplied with humus(4), Properly supplied with humus(5), Well supplied with humus(6), Very well supplied with humus(7)

Az átlagos pH alacsonyabb, a kémhatás alapján vizsgált területi variabilitás nagyobb a mészlepedékes csernozjom talajon. A pH-érték tavasszal a mészlepedékes csernozjom területen 5,9 és 7,7, a réti csernozjom típuson 6,9 és 8,5 között, ősszel a mészlepedékes csernozjomon 6,5-7,6, a réti csernozjom talajon 7,5-8,9 között változott. Az átlagos pH érték tavasszal a mészlepedékes típuson 6,6, a réti csernozjom talajon 7,9, ősszel a mészlepedékes területen 7,0, a réti csernozjomon 8,4 volt. A vegetáció elején a mészlepedékes csernozjom

talaj pH értékeinek terjedelme 0,2%-kal, átlagos eltérése 0,051%-kal volt magasabb a réti típusra számolt értékekhez képest. Ősszel a réti csernozjom talaj pH értékeinek terjedelme 0,3%-kal, szórása 0,026%-kal volt magasabb (4. táblázat). A réti csernozjom terület 98,4%-a gyengén lúgos, 1,6%-a lúgos, míg a mészlepedékes csernozjom terület több mint fele (57,6%) gyengén savanyú, 36,4%-a semleges, 6,1%-a gyengén lúgos kémhatású.

Az összes nitrogéntartalom az organikuszen-tartalom ismeretében a Filep (1995c) módszerrel került meghatározásra, így az össznitrogén vizsgálatok a humusz nitrogéntartalmával összhangban vannak. A két vizsgált talajtípus nitrogénben közepesen ellátott. Az átlagos nitrogéntartalom, a minimum és maximum értékek távolsága, valamint az átlagos eltérés a réti csernozjom talaj esetében a vegetáció elején és végén is magasabb volt, így a nitrogéntartalom alapján a mészlepedékes csernozjom típus homogénebbnek minősíthető. Az átlagos nitrogéntartalom tavasszal 160, ősszel 500 ppm-mel, a terjedelem a vegetáció elején 127, a végén 151 ppm-mel, a szórás tavasszal 22,7 a vegetációs periódus végén 39,4 ppm-mel volt alacsonyabb a mészlepedékes csernozjom talaj esetében (4. táblázat). Az össznitrogén mennyisége tavasszal a réti csernozjom talajon 1576-2256 ppm között, a mészlepedékes típuson 1453-2006 ppm között, ősszel a réti csernozjom területen 1517 és 2151 ppm, a mészlepedékes csernozjom talajon 1058 és 1541 ppm között változott.

A mészlepedékes csernozjom talaj foszfortartalmának területi megoszlása homogénebb, mivel a szélsőértékek távolsága, a mért értékek szórása, valamint a különböző foszfor-ellátottsági kategóriába eső részterületek száma alacsonyabb, mint a réti csernozjom talaj esetében. Az átlagos AL-oldható foszfortartalom tavasszal 21 ppm-mel, a vegetáció végén 26 ppm-mel volt alacsonyabb a mészlepedékes csernozjom területen. A foszfor mennyisége a vegetációs periódus elején a mészlepedékes csernozjom talajon 58-257 ppm, réti csernozjom területen 24 és 368 ppm között, ősszel a mészlepedékes területen 78-201 ppm, a réti csernozjom talajon 27 és 368 ppm között változott. A csernozjom réti talajon mért értékek terjedelme tavasszal 199 ppm-mel, ősszel 218 ppm-mel, a szórása a vegetáció elején 30,9 ppm-mel, a végén 39,4 ppm-mel magasabb volt, mint a mészlepedékes csernozjomon (4. táblázat). A foszforral megfelelően vagy jól ellátott területek aránya a mészlepedékes típuson 36,3%, a réti csernozjom talaj esetében 31,4%. A mészlepedékes csernozjom talajon a közepes foszfortartalmú területek aránya 45,5%, a gyenge foszfortartalmúaké 18,2%. A mészlepedékes csernozjommal ellentétben a réti csernozjomon 18,5%-ban igen gyengén ellátott területek, és olyan részterületek is előfordulnak, ahol a foszfortartalom meghaladja a jó minőségű tápanyag-ellátottsági kategória felső határát (5. táblázat).

A pH, nitrogén-, foszfor-, kálium- és cinktartalom heterogenitását kifejező értékek

Tavaszi mintavétel(1)		pH (H ₂ O)(2)	Nitrogén (ppm)(3)	Foszfor (ppm)(4)	Kálium (ppm)(5)	Zn (ppm)(6)
Átlag(7)	Réti csernozjom t.(11)	7,9	1907	164	289	1,24
	Mészlepedékes csernozjom t.(12)	6,6	1747	143	275	1,62
Terjedelem(8)	Réti csernozjom t.(11)	1,6	680	344	313	2,22
	Mészlepedékes csernozjom t.(12)	1,8	553	199	245	2,49
Szórás(9)	Réti csernozjom t.(11)	0,345	160,430	71,895	69,916	0,522
	Mészlepedékes csernozjom t.(12)	0,396	137,691	41,039	53,549	0,645
Őszi mintavétel(10)		pH (H ₂ O)(2)	Nitrogén (ppm)(3)	Foszfor (ppm)(4)	Kálium (ppm)(5)	Zn (ppm)(6)
Átlag(7)	Réti csernozjom t.(11)	8,4	1814	172	315	1,57
	Mészlepedékes csernozjom t.(12)	7,0	1314	146	299	2,43
Terjedelem(8)	Réti csernozjom t.(11)	1,4	634	341	331	1,84
	Mészlepedékes csernozjom t.(12)	1,1	483	123	197	2,18
Szórás(9)	Réti csernozjom t.(11)	0,307	158,065	78,731	75,868	0,39
	Mészlepedékes csernozjom t.(12)	0,281	118,626	26,846	47,568	0,523

Table 4: Heterogeneity values of pH, nitrogen, phosphorus, potassium and zinc content

Spring soil sampling(1), pH (H₂O)(2), Nitrogen content(3), Phosphorus content(4), Potassium content(5), Zinc content(6), Mean(7), Range(8), Standard deviation(9), Autumn soil sampling(10), Meadow chernozem soil(11), Calcareous chernozem soil(12)

5. táblázat

Az eltérő foszfortartalmú területek százalékos megoszlása

Foszforellátottság(1)	Réti csernozjom t.(8)	Mészlepedékes csernozjom t.(9)
Igen gyenge(2)	18,5%	-
Gyenge(3)	12,9%	18,2%
Közepes(4)	28,6%	45,5%
Megfelelő(5)	22,1%	33,3%
Jó(6)	9,3%	3,0%
Sok(7)	8,6%	-

Table 5: Percentage distribution of areas with different phosphorus content

Phosphorus supply(1), Very poor(2), Poor(3), Middle(4), Proper(5), Good(6), Too much(7), Meadow chernozem soil(8), Calcareous chernozem soil(9)

A réti csernozjom talaj káliumtartalmának területi megoszlása heterogénebb, mivel a minimum és a maximum értékek távolsága, a mért értékek szórása, valamint a különböző kálium-ellátottsági kategóriába eső részterületek száma magasabb, mint a mészlepedékes csernozjom talaj esetében. Az átlagos AL-oldható káliumtartalom a vegetációs periódus elején 14 ppm-mel, ősszel 16 ppm-mel volt magasabb a réti csernozjom területen. Tavasszal a felvehető kálium mennyisége a mészlepedékes csernozjom területen 192 és 437 ppm, a réti csernozjom talajon 192-505 ppm között, a vegetációs periódus végén a mészlepedékes területen 214 és 411 ppm, a réti csernozjom talajon 209 és 540 ppm között változott.

A mészlepedékes csernozjom talajon mért értékek terjedelme tavasszal 68 ppm-mel, ősszel 134 ppm-mel, a szórása a vegetáció elején 16,4 ppm-mel, a végén 28,3 ppm-mel alacsonyabb volt, mint a réti csernozjom területen (4. táblázat). Mindkét talajtípus esetében a közepes káliumtartalommal rendelkező részterületek aránya a legmagasabb, réti csernozjomon 36,6%, a mészlepedékes csernozjom talajon 51,5%. A gyenge, megfelelő és jó kálium-ellátottságú területek aránya közel hasonló a két vizsgált talajtípuson, viszont a réti csernozjom terület 9,0%-án olyan részterületek is találhatóak, ahol a káliumtartalom meghaladja a jó minőségű tápanyag-ellátottsági szint felső határát (6. táblázat).

6. táblázat

Az eltérő káliumtartalmú területek százalékos megoszlása

Káliumellátottság(1)	Réti csernozjom t.(7)	Mészlepedékes csernozjom t.(8)
Gyenge(2)	20,1%	15,2%
Közepes(3)	36,6%	51,5%
Megfelelő(4)	21,3%	12,1%
Jó(5)	13,0%	21,2%
Sok(6)	9,0%	-

Table 6: Percent distribution of the different potassium content areas

Potassium supply(1), Poor(2), Middle(3), Proper(4), Good(5), Too much(6), Meadow chernozem soil(7), Calcareous chernozem soil(8)

A mészlepedékes csernozjom talaj átlagos cinktartalma és a különböző cinktartalmú részterületek variabilitása nagyobb, mint a réti csernozjom talajon. A réti csernozjom talaj egésze cinkben hiányos, míg a mészlepedékes területen 12,1%-ban cinkben jól ellátott részterületek is előfordulnak. A felvehető cink átlagos mennyisége tavasszal 0,38 ppm-mel, a mért értékek terjedelme 0,27 ppm-mel, a szórás 0,123 ppm-mel, összesen az átlagos cinktartalom 0,86 ppm-mel, a minimum és maximum értékek távolsága 0,34 ppm-mel, az átlageltérés 0,133 ppm-mel volt magasabb a mészlepedékes csernozjom talajon (4. táblázat).

A Mann-Whitney teszt alapján a vizsgált talajtípusok kálium- és sótartalmában nincs szignifikáns különbség, a mésztartalom szignifikánsan magasabb réti csernozjom talajon (7. táblázat). A Mann-Whitney teszt eredményeinek értékelésekor figyelembe kell vennünk azt a tényt, hogy a próba csak a sokaságok egyezőségére ad elfogadható eredményt, ezért a szignifikáns különbségek nem értékelhetők valós eredményként.

A réti csernozjom és a mészlepedékes csernozjom talaj kötöttségének, pH-jának, humusz-, nitrogén-, foszfor- és cinktartalmának szórását Levene tesztel, középértékét független kétmintás t-próbával hasonlítottuk össze. A pH, a kötöttség, a humusz- és nitrogéntartalom szórása a Levene teszt alapján szignifikánsan nem különbözik a két talajtípus

között, viszont a réti csernozjom és a mészlepedékes csernozjom talaj cink- és foszfortartalmának szórásában jelentkező különbség statisztikailag igazolható. A t-próba alapján a réti csernozjom talaj pH-ja, kötöttsége, humusz- és nitrogéntartalma szignifikánsan nagyobb, cinktartalma szignifikánsan alacsonyabb. A foszfortartalomban a tavaszi mintavétel eredményei nem mutatnak statisztikailag igazolható különbséget, viszont az őszi mintavétel eredményei alapján a mészlepedékes csernozjom talaj foszfortartalma szignifikánsan alacsonyabb (8. táblázat).

7. táblázat

A Mann-Whitney teszt szignifikanciaértékei

	Mann-Whitney U-érték(1)	Szignifikancia(2)
Mésztartalom (%) (3)	304,0	0,000
Sótartalom (%) (4)	239,0	0,983
Káliumtartalom (tavaszi mintavétel) (5)	1029,5	0,435
Káliumtartalom (őszi mintavétel) (6)	1008,5	0,550

Table 7: Significance values of the Mann Whitney test
Mann-Whitney U-value(1), Significance(2), Lime content (%) (3), Saline content (%) (4), Potassium content (Spring sampling) (5), Potassium content (Autumn sampling) (6)

8. táblázat

A Levene teszt és a t-próba szignifikancia-eredménytáblázata

		Levene teszt(1)		T-teszt(2)	
		F-érték(3)	Szignifikancia(4)	t-érték(5)	Szignifikancia(4)
Kötöttség(10)	A szórás azonos(6)	0,271	0,604	6,316	0,000
	A szórás nem azonos(7)			6,840	0,000
Humusz (%) (11)	A szórás azonos(6)	3,432	0,067	10,123	0,000
	A szórás nem azonos(7)			11,002	0,000
Tavaszi mintavétel(8)					
pH (H ₂ O)(12)	A szórás azonos(6)	1,592	0,210	17,135	0,000
	A szórás nem azonos(7)			16,309	0,000
Nitrogén (ppm)(13)	A szórás azonos(6)	0,653	0,421	4,929	0,000
	A szórás nem azonos(7)			5,202	0,000
Foszfor (ppm)(14)	A szórás azonos(6)	6,948	0,010	1,564	0,121
	A szórás nem azonos(7)			1,878	0,063
Zn (ppm)(15)	A szórás azonos(6)	4,518	0,036	-3,194	0,002
	A szórás nem azonos(7)			-2,964	0,005
Őszi mintavétel(9)					
pH (H ₂ O)(12)	A szórás azonos(6)	0,008	0,928	21,720	0,000
	A szórás nem azonos(7)			22,372	0,000
Nitrogén (ppm)(13)	A szórás azonos(6)	3,197	0,077	16,045	0,000
	A szórás nem azonos(7)			17,632	0,000
Foszfor (ppm)(14)	A szórás azonos(6)	31,092	0,000	1,846	0,068
	A szórás nem azonos(7)			2,424	0,017
Zn (ppm)(15)	A szórás azonos(6)	5,960	0,016	-9,269	0,000
	A szórás nem azonos(7)			-8,418	0,000

Table 8: Significance table of the Levene's test and t-test
Levene's test(1), t-test(2), F-value(3), Significance(4), t-value(5), Equal variances assumed(6), Equal variances not assumed(7), Spring soil sampling(8), Autumn soil sampling(9), Soil plasticity(10), Humus (%) (11), pH (H₂O)(12), Nitrogen (ppm)(13), Phosphorus(14), Zinc(15)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton mondunk köszönetet Dr. Huzsvai Lászlónak a statisztikai értékelésben nyújtott segítségéért.

IRODALOM

- Arany S. (1956): A szikes talaj és javítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 408.
- Avdonyin, N. Sz. (1972): Savanyú talajok termékenységének fokozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 258.
- Ábrahám L.-Ginál I. (1967): Szolonyec talajok néhány jellemző tulajdonságának változása szántóföldi művelés hatására. *Agrokémia és Talajtan*, 16. 1-2: 57-66.
- Bacsó A.-Bartófi I.-Dezső I.-Fekete J.-Maul F.-Stefanovits P.-Tomkó B.-Tusz Zs. (1977): Talajvédelem, környezetvédelem (szerk. Stefanovits P.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 244.
- Darab K. (1958): A tiszántúli öntözött réti talajok másodlagos szikesedése. *Agrokémia és Talajtan*, 7: 53-69.
- Debreczeni B.-né-Győry D. (1997): A talaj humusz mérlegének egyensúlyához szükséges N-műtrágyaadag megállapítása. *Növénytermelés*, 46. 6: 603-616.
- Filep Gy. (1995a): Talajtani alapismeretek I. – Általános talajtan. DATE, Debrecen, 195.
- Filep Gy. (1995b): Talajtani alapismeretek II. – Talajrendszer és alkalmazott talajtan. DATE, Debrecen, 165.
- Filep Gy. (1995c): Talajvizsgálat. DATE, Debrecen, 156.
- Fülek Gy.-Kovács K. (1993): A tartós trágyázás hatásai a gödöllői barna erdőtalajon folyó tartamkísérletben – III. A talaj tulajdonságai. *Növénytermelés*, 42. 6: 527-537.
- Györfly B. (1975): Vetésváltás, vetésváltás, monokultúra. MTA Agrártudományok Osztályának Közleménye, 34: 61-81.
- Herke S. (1983): Szikes talajok javítása és hasznosítása a Duna völgyében. Akadémiai Kiadó, Budapest, 190.
- Imre J. (1996): Elszikesített talajok hasznosítása. *Talajvédelem*, 4. 1-2: 24-26.
- Kádár I. (1987): A talajtápanyag-vizsgálatok értelmezéséről. *Agrokémia és Talajtan*, 36. 3: 211-217.
- Krisztián J.-Kadlicskó B. (1992): A műtrágyázás és egyéb savas terhelések hatása agyagbemosódásos barna erdőtalaj krónikus elsavanyodására. *Növénytermelés*, 41. 6: 525-533.
- Németh T. (2001): A tápanyag-gazdálkodás szerepe a szántóföldi növénytermesztésben. In: *Lehetőségek az agrártermelés környezetbarát fejlesztésében*. Agriinform Kiadó és Nyomda Kft, Budapest, 106-132.
- Ruzsányi L.-Pepó P. (1999): Növénytermesztés és környezet minőségének összefüggései. In: *Növénytermesztés és környezetvédelem* (szerk. Ruzsányi L.-Pepó P.). MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest, 10-18.
- Stefanovits P. (1981): *Talajtan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 380.
- Szabolcs I. (1966): A dunántúli szikesek. IV. A kén dinamikájának sajátosságai a Fertő menti szikes talajokban. *Agrokémia és Talajtan*, 15. 3-4: 395-405.
- Szabolcs I. (1967a): A szikes talajok a Nyírségen. I. Szikesek Újfehértó környékén. *Agrokémia és Talajtan*, 16. 3: 295-325.
- Szabolcs I. (1967b): Szikes talajok a Nyírségen. II. Szikesek Nyíregyháza környékén. *Agrokémia és Talajtan*, 16. 4: 525-539.
- Szabolcs, I.-Várallyay, Gy. (1980): Problems of soil salinity in watersheds. *Acta Agronomica*, 30: 249-266.
- Tóth T.-Kuti L. (1999): Összefüggés a talaj sótartalma és egyes földtani tényezők között a hortobágyi „Nyírólapos” mintaterületen. II. Többszörös összefüggések és a felszíni sótartalom becslése. *Agrokémia és Talajtan*, 48. 3-4: 447-458.
- Várallyay Gy. (1966): A Duna-Tisza közti talajok sómérlegei. I. Sómérlegek természetes (öntözés nélküli) viszonyok között. *Agrokémia és Talajtan*, 15. 3-4: 423-452.
- Várallyay Gy. (1967): A Duna-Tisza közti talajok sómérlegei. II. Sómérlegek öntözött viszonyok között. *Agrokémia és Talajtan*, 16. 1-2: 27-56.
- Várallyay, Gy. (1974): Hydrophysical aspects of salinization from the groundwater. *Agrokémia és Talajtan*, 23: 29-44.
- Várallyay Gy. (2001): Szemléletváltozások a magyarországi talajjavítás történetében. *Agrokémia és Talajtan*, 50. 1-2: 109-136.
- Várallyay Gy.-Szabolcs I. (1966): A dunántúli szikesek. III. A Mezőföld szikes taljai. *Agrokémia és Talajtan*, 15. 1: 1-37.