

SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEK EGYIK LEHETSÉGES TALAJTANI KÖVETKEZMÉNYE AZ ALFÖLDÖN: DEFLÁCIÓ OKOZTA TÁPANYAG VESZTESÉG BECSLÉSE CSERNOZJOM TALAJAINKON

Farsang Andrea – Barta Károly – Bartus Máté – Négyesi Gábor – Szatmári József*

1. Bevezetés

A globális klímaváltozás, felmelegedés előrejelzései számos kérdésben lényegesen eltérnek, egy pontban azonban a vélemények megegyeznek, miszerint *a szélsőséges időjárási helyzetek valószínűsége, gyakorisága, mértéke, tartama egyaránt növekedni fog* (Mika 1996, Várallyay 2008, Láng et al 2007, Nováky 2007). Ennek számos kedvezőtlen gazdasági, környezeti, ökológiai és szociális következményével kell szembenéznünk. Bármely szélsőséges időjárási helyzet kialakulásával, az éves csapadékmennyiség csökkenésével vagy növekedésével is számolunk a jövőben, következményként megnőhet a talajok ár- és belvíz, valamint aszályérzékenysége. A hőmérséklet, valamint a felszínre érkező csapadék mennyiségének, eloszlásának és intenzitásának változása jelentősen befolyásolhatja a talaj hő-, víz- és tápanyagforgalmát, tehát termékenységét is (Hernádi et al 2008).

A szélsőségesé vált klíma (hő- és csapadékstressz) ráirányította a figyelmet az eddigi, talajra nézve inkább káros talajművelési gyakorlat hibáira. A globális klímaváltozás folyamatának, tüneteinek felismerésétől a talajművelésnek fontos feladata többek között a nyári talajművelés klímakockázatának csökkentése is, a hő- és csapadékstressz, a vízvesztés, a kiszáradás ellenszereinek kidolgozása és alkalmazása (Birkás et al 2010). A kutatások rávilágítanak, hogy a korábban a célként kitűzött növénynek kedvező talajállapot (pl. poros magágy) kialakítása hosszú időszakot vizsgálva káros eredménnyel járhat, hiszen növeli a szerkezetromlás, az elporosodás, s a defláció érzékenység veszélyét. A VAHAVA jelentés kapcsán (Láng et al 2007) fontos talajvédelmi előrelépés történt, hiszen *a talaj minőségét, klímaérzékenységét a növénytermesztés jövőbeni esélyeit alapvetően meghatározó tényezők közé sorolták.*

A talaj elemforgalmát a mezőgazdaságilag művelt területen számos tényező befolyásolja (Farsang–Barta 2004). A tápanyagtöke csökkenése elsősorban a természetett növények elemkivétele, valamint a kilúgozási folyamatok révén következik be. Az intenzív talajművelésnek és nem megfelelő agrotechnikának, valamint a klímaváltozás eredményezte *szélsőséges időjárási helyzeteknek köszönhetően* azonban a talajok tápanyagmértékében *egyre jelentősebb komponens lehet a kora tavaszi növényborítás-mentes időszakban a defláció általi elhordás is.* Ez jelentős részben a homok fizikai féleségű talajokat érinti, de az intenzív talajművelés következtében leromlott, porosodott szerkezetű csernozjom talajok is egyre inkább veszélyeztetettek (Birkás et al 2010). Neemann (1991) becslései szerint egy erős szélesemény alkalmával talajtípustól és a feltalaj tápanyag tartalmától függően akár 10–162 kg ha⁻¹ N, 30–246 kg ha⁻¹ P₂O₅, 27–237 kg ha⁻¹

* Dr. Farsang Andrea egyetemi docens, PhD, Dr. Barta Károly egyetemi adjunktus, PhD, Dr. Szatmári József egyetemi adjunktus, PhD, Bartus Máté geográfus hallgató, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged.
Dr. Négyesi Gábor tanársegéd, PhD, DE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen

K_2O , 35–210 $kg\ ha^{-1}$ MgO és 115–642 $kg\ ha^{-1}$ CaO hatóanyagban kifejezett tápanyagvesztés is sújthatja a mezőgazdasági területeket. Rendkívül fontos gazdasági és környezetvédelmi tényezőről van tehát szó, ha meggondoljuk, hogy Magyarországon a potenciális szélérozíós veszélyeztetettség alapján az ország területének 26,5 %-a erősen veszélyeztetett, míg a közepesen veszélyeztetett területek aránya meghaladja a 40%-ot (Lóki 2003).

Bár több kutatás is megerősíti, hogy deflációs károk nem csupán a homokterületeket érintik, hanem más, homokos vályog, vályog fizikai féleségű talajokon is jelentős károk keletkezhetnek (Lóki–Szabó 1996, 1997, Lóki 2000, 2003, Bach 2008), a nemzetközi kutatások mégis elsősorban az arid, szemiarid területek homoktalajaira koncentrálnak (Van Donk–Skidmore 2001, Marsi et al 2003), Magyarországon pedig az Alföld futóhomok területei álltak a vizsgálatok központjában (Borsy 1972, Lóki–Schweitzer 2001, Mezösi–Szatmári 1998, Mucsi–Szatmári 1998, Szatmári 1997, 2005). Jelen kutatás központjába Magyarország alföldi csernozjom talajú területeinek vizsgálatát helyeztük abból a szempontból, hogy az agronómiai szerkezeti tulajdonságaik alapján milyen klíma-stressztűrő állapotot mutatnak (Birkás et al 2010), valamint a feltalaj szélérozíó általi pusztulása milyen tápanyag áthalmozást, veszteséget okoz.

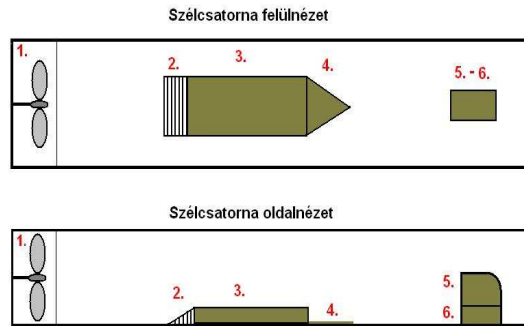
2. Anyag és módszer

Vizsgálati területként Csongrád megye DK-i részén, a Marosszög és a Csongrádi sík kistájakon, jó minőségű csernozjom területein választottunk ki három parcellát. A három mintaterület Csanádpalota, Csordakút és Apátfalva községek mellett található. A mikroaggregátum összetételi vizsgálatot száraz szitállással végeztük (Buzás 1993). A szélcsatornás kísérletek elvégzéséhez az optimális talajnedvességi és szerkezeti állapot bekövetkezése után mintaterületenként 300–350 kg talajmintát gyűjtöttünk be a felső 5 cm-es rétegből. A kísérleteket a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékének a szélcsatornájában végeztük.

A szélcsatorna teljes hossza 12,3 m, szélessége 0,8 m, magassága 0,5 m. A szél mozgását egy 12-LE-s villanymotor generálja. A szél sebessége 0–6 m/sec (0–57,6 km/h) között változtatható, a szélesebességet 0,1 m/sec (0,36 km/h) pontossággal lehet beállítani. A szállított hordalék meghatározását a csatorna végén középre beépített, 5 cm széles üledékcsapdák segítik. Az alsó (I. fogó) a 0–10 cm magasságtartományban az ugráló-gördülő szemcséket, a felső (II. fogó) a 10–40 cm között a lebegő részecskéket gyűjti. Az egyes mintáknál a kritikus indítósebesség meghatározásához fényvető segítségével kialakított 70 cm hosszú, 1 cm széles erős fénysávot használtunk.

A terepen 5 cm vastagságban „lenyesett” mintát szárítottuk, majd 2 mm-es szitán engedték át. Ezt követően 30x50 cm felületű, 5 cm mélységű fémtálcákba helyeztük úgy, hogy a talajminta felszíne az edény felső peremével azonos magasságban legyen. A kísérleteket négy sebességfokozaton (12, 13, 14, 15 m/s) három ismétlésben végeztük.

Minden kísérlet elején és végén megmértük a minta tömegét, így határoztuk meg az erodált anyagmennyiséget. Minden mérés 15 percig tartott. Az egyes mintaterületekről érkezett talajok esetében megmértük a küszöbsebességet és a szélprofil meghatározása céljából, különböző magasságban a szél sebességének értékeit. Még a fújás előtt minden egyes minta felszínéből mintát vettünk (1. ábra 3-as), s ez képezte az alapmintát, amelyhez viszonyítottuk az összes többi minta eredményét a kísérlet során. A kísérlet végén a mintákat összegyűjtöttük az üledékcsapdákban. A két csapdán kívül mintáztuk még a mintatartó tálca utáni szélárnyékban lerakódott üledéket is (1. ábra 4-es).



1. ábra. A szélcsonna vázlatja és a gyűjtött minták elhelyezkedése

1. a motor, 2. a rámpa, 3. mintatartó tálca, 4. a mintatartó tálca utáni szélárnyékban összegyűlt minta, 5. II. fogó (10–40 cm-ig), 6. I. fogó (0–10 cm-ig)

A talaj- és szediment minták vizsgálatai a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék Akkreditált Talaj- és Vízvizsgáló Laboratóriumában történtek. Az alább felsorolt vizsgálatokat a jelenleg hatályos Magyar Szabványok (MSZ-08 0205-78, MSZ-080458-80, MSZ 21470/81, MSZ 21570/52-83, MSZ-08-0206-2:1978) szerint végeztük: szemeloszlás vizsgálat, leiszapolható-rész (%), karbonát tartalom, pH (H₂O), összes-só tartalom (%), humusztartalom (%), foszfor (P₂O₅) (mg/kg), nitrogén (mg/kg), kálium (K₂O) (mg/kg). A talajszerkezeti vizsgálatokat száraz szítással végeztük.

3. A vizsgált csernozjom talajok talajtani jellemzői és klíma-stressz érzékenysége

A mintaterületeken vett átlagmintákkal jellemeztük a vizsgált csernozjom talajok talajtani jellemzőit. Az USDA rendszere alapján mind a három minta iszapos vályog fizikai féleségű. A minták további elemzéseivel megállapítottuk, hogy összes só tartalmuk alacsony, a legnagyobb mért érték 0,05%, a legkisebb 0,03% volt (1. táblázat). A pH-ja egyveretű, gyengén lúgos kategóriába esik. A karbonát tartalom a csanádpalotai mintákban a legkisebb (5,46%), ezt követi a csordakúti átlagminta (9,66%) és végül a legnagyobb az apátfalvi mintában (12,18%). Az összes-nitrogén tartalom esetében megállapítható, hogy az apátfalvi minta tartalmazza legkevesebb nitrogént (1240,0 mg/kg), ezt követi a csanádpalotai minta (1372,0 mg/kg), majd végül a csordakúti minta nitrogén tartalma (1463,0 mg/kg). Kálium tartalmuk 217,4 és 292,8 mg/kg között oszlik meg. A káliummal szemben az átlagminták foszfor tartalma nagyobb heterogenitást mutat, 199,6 és 289,4 mg/kg között változik (1. táblázat).

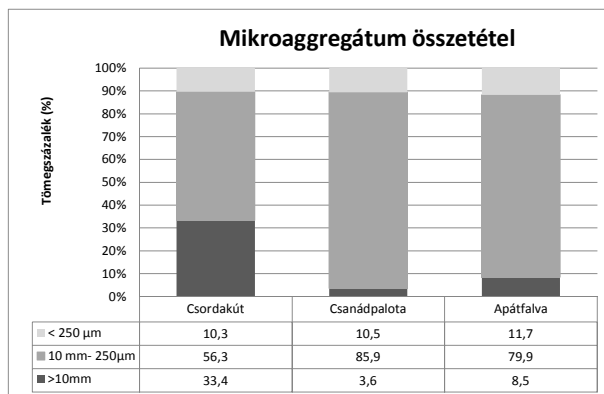
1. táblázat. A vizsgált csernozjom talajok talajtani és tápanyagtartami jellemzői

	Összsó tartalom (%)	pH	Karbonát tartalom (%)	Összes nitrogén tartalom (mg/kg)	Humusz (%)	K ₂ O (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)
Csordakút	0,04	8,3	9,66	1463,6	1,61	217,4	235,7
Csanádpalota	0,03	8,3	5,46	1372,1	1,41	292,8	199,6
Apátfalva	0,05	8,2	12,18	1240,3	1,75	223,3	289,4

A rendszeresen művelt talajra jellemző folyamatokról (morzsásodás, rögzösödés, vagy porosodás) a talaj agronómiai szerkezet állapota, vagyis a rög (> 10 mm), a mor-

zsa (0,25–10 mm) és a por (<0,25 mm) aránya tájékoztat (Buzás 1993). Amikor a por aránya 25–30%-nál több, érzékeny, degradált talajról beszélünk. A 75–80%-os morzsaarány jó klímastressz tűrő állapotra utal. A növekvő por- és rögarány (pl. 10-ről 30–40-50%-ra), valamint a csökkenő morzsaarány (pl. 70-ről 50–40%-ra) kockázatos, ill. igen kockázatos minősítést jelent (Birkás et al. 2010).

A száraz szítással végzett mikroaggregátum vizsgálatokból kitűnik, hogy a három dél-alföldi csernozjom talajú mintaterületen a talaj az apátfalvi és a csanádpalotai mintaterületeken 80%, ill. azt meghaladó morzsaarányal rendelkezik (2. ábra), miszerint a klímastressz tűrő állapotuk jó. A csordakúti minta azonban 30%-ot meghaladó rögaránnyal rendelkezik, ami már kismértékű degradálódásra, a klímastressz tűrés funkció csökkenésére utal.



2. ábra. A vizsgált csernozjom talajok mikroaggregátum összetétele

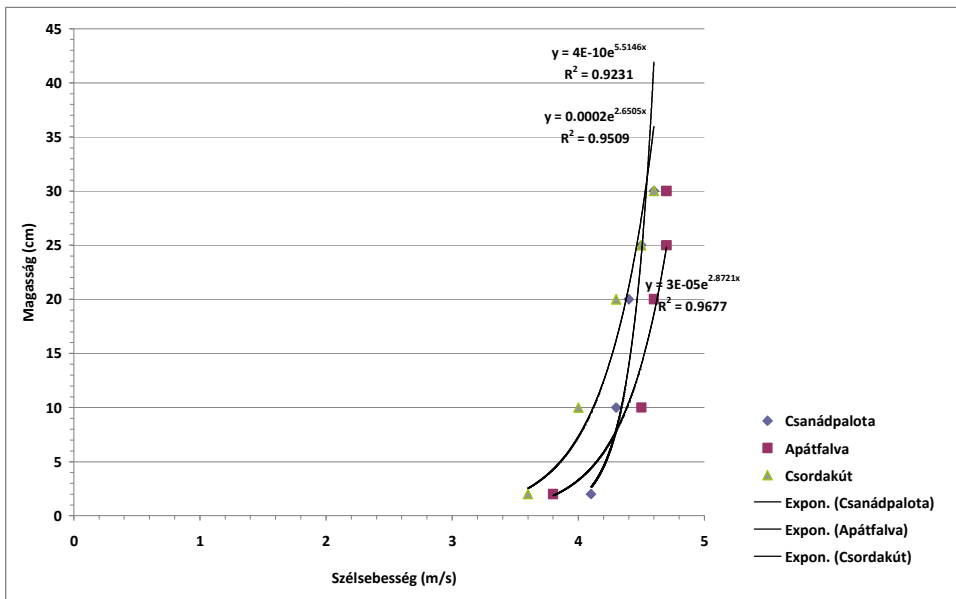
4. Az erodált talaj-mennyiségének és fizikai tulajdonságainak elemzése

A szélerozió tanulmányozása szempontjából nagyon fontos a kritikus indítósebesség ismerete, mely jelen vizsgálatainknál 8 és 10,7 m/s között változott. A különböző talajok felett áramló levegő sebességét a felszín érdessége módosítja. A vizsgált talajok feletti szélesebbesség értékeiből meghatározott szélprofil függvények a 3. ábrán láthatók. A függvények meredekségének eltérései a talajok mechanikai összetételével magyarázhatók. A három függvény közül a csanádpalotai minta szélprofilja a legmeredekebb, ami arra utal, hogy a felszíni súrlódás ennél a legkisebb, tehát a szemcsék közötti kohézió jelentős. Ezt igazolja a kritikus indító sebesség magas értéke is.

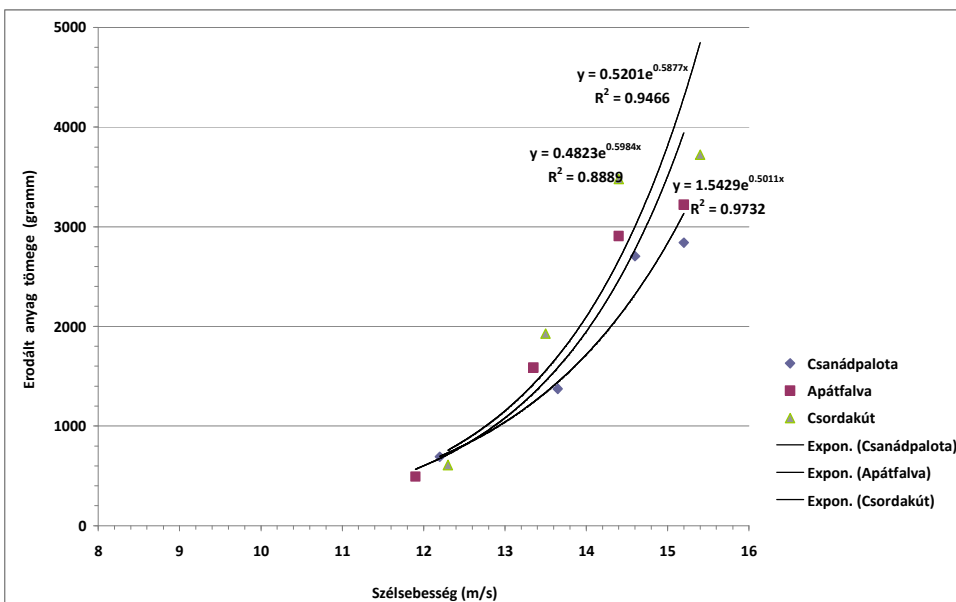
A szélerozió és az erodált anyagmennyiség között exponenciális kapcsolatot tapasztaltunk, ami arra utal, hogy a szélesebbesség változásával gyorsan nő az erodálódott anyag tömege (4. ábra). A 12,0–13,0 m/s-os sebességtartományon átlagosan 600 g talaj erodálódott: a csordakúti és csanádpalotai mintákból 610 g ill. 690 g, míg az apátfalvi mintából 490 g. A 14,0–15,0 m/s-os sebességtartományon nőtt az erodált anyag mennyisége, a csordakúti minta esetében elérte a 3,4 kg-ot. A legnagyobb sebességfokozaton (15 m/s) a minták erodált mennyisége tovább nőtt: az apátfalvi és csordakúti minta esetében ~10%-kal, míg a csanádpalotai minta esetében pedig 5%-kal.

Az erodálhatósági mérések valamint a mechanikai összetétel eredményeit figyelembe véve úgy tűnik, hogy az egyes talajminták széllel szembeni ellenállását azok por

és durva iszap tartalma határozza meg, így a talajok szerkezeti állapota, szerkezetének leromlottsága döntő a defláció veszélyeztetettségük szempontjából. A legkisebb durva iszap tartalmú (ugyanakkor legnagyobb portartalmú) csordakúti mintánál mértük a legnagyobb erodálhatóságot. Itt hívjuk fel a figyelmet arra, hogy ezek a mért értékek ilyen fizikai talajfíleségnél nagyon magasnak számítanak. Figyelembe véve, hogy ezen a területen található az ország egyik „éléstára”, ezek védelme (agrotechnológiai eszközökkel, mezővédő erdősávokkal) feltétlenül indokolt.

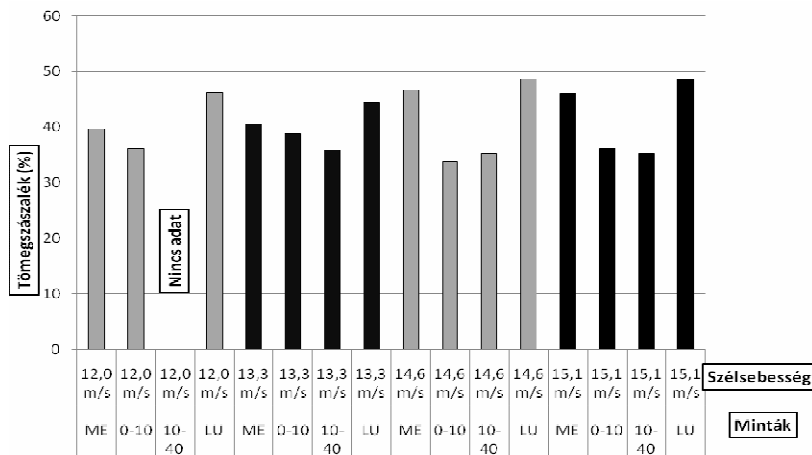


3. ábra. A vizsgált talajminták szélprofil görbéi



4. ábra. Az erodált átlagos anyagmennyiség (szélsebességként három ismétlés átlaga)

A 0–10 és 10–40 cm magasan elhelyezett csapdában összegyűlt talaj mennyiségében jelentős különbség tapasztalható. A 10–40 cm magasan befogott anyagmennyiség 20–30%-a a 0–10 cm magasan elhelyezkedő csapdában felhalmozódott anyagnak. A szélereősség növelésével arányosan nő a csapdában felhalmozódott talaj tömege is.



5. ábra. Apátfalvi minták leiszapolható mennyisége.

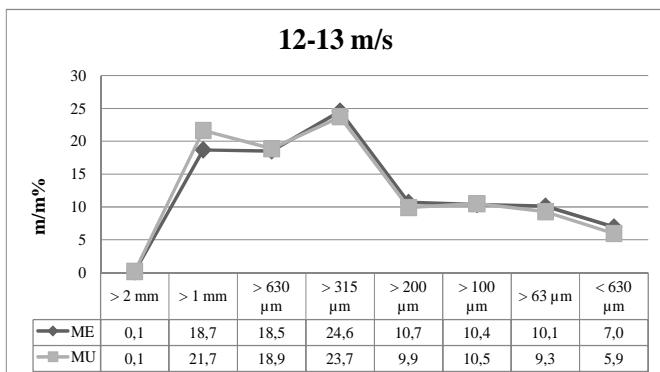
Magyarázat: ME= mérés előtt gyűjtött minták, 0–10= a 0–10 cm-ig gyűjtött minták (I. fogó), 10–40 = a 10–40 cm-ig gyűjtött minták (II. fogó), LU= láda után szedett minták)

Az egyes csapdában összegyűlt anyag szemeloszlását és szerkezetességét vizsgálva az a tendencia tűnik ki, hogy a nagyrészt agyag, iszap frakció (<0,002 mm) dominanciát mutató (>45%), de aggregátumos szerkezeti egységek hamar kiülednek (LU minták). Ezzel szemben a homokosabb frakcióból álló, de összességében kevésbé szerkezetes talajrészek tovább haladnak (0–10 és 10–40 cm-es csapdák). A fogókban összegyűlt minták leiszapolható részének százalékos aránya 33–48 % között változott (5. ábra). A mérések általános tendenciája, hogy a láda utáni mintákban a leiszapolható szemcsék aránya nagyobb, míg a fogókból gyűjtött mintákban kisebb lett, mint az alapmintáé. Meg kell jegyezni, hogy a sebesség növekedésével a minták leiszapolható mennyiségének százalékos arányai nem változtak meg. A csapdában felfogott talaj szerkezetességét vizsgálva megállapítható, hogy a mintatartó tálca után gyűjtött minták szerkezete eltér a többi két mintáétól. A mintatartó utáni minták sokkal aggregátumosabbak, mint a fogók mintái. Ha az egyes sebességtartományokat összehasonlítjuk egymással, akkor e téren a tendenciák nem változnak (6. ábra).



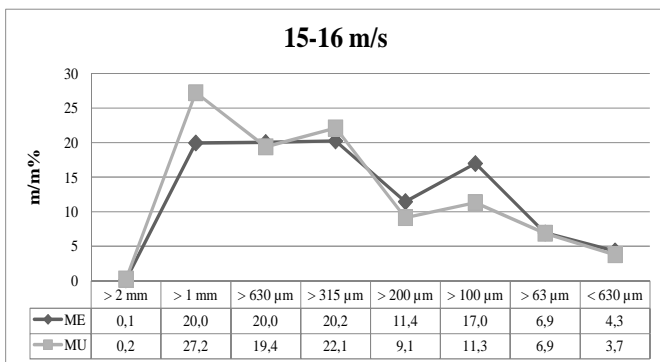
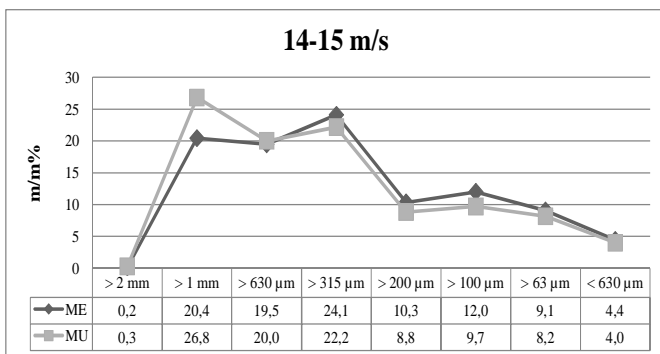
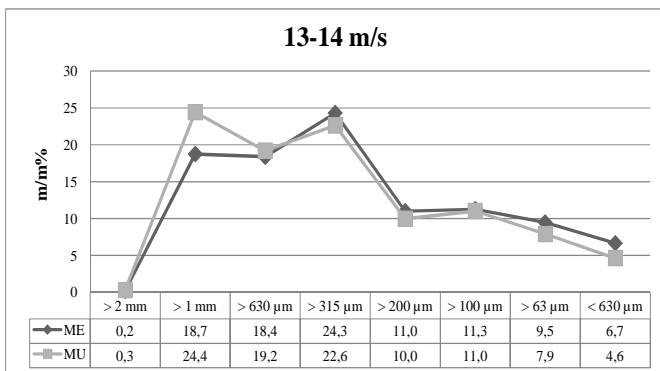
6. ábra. Az egyes csapdázódási helyeken felhalmozódott talajanyag szerkezetessége

Balra: II. fogó mintája (10–40 cm); középen: I. fogó mintája (0–10 cm); jobbra: láda után gyűjtött minta.



7. ábra. A kiindulási talajanyag (0–1 cm) szemcseméret eloszlásának összevetése az erodált talajfelszín anyagával száraz szitálással

(szélsebességként három kísérlet átlaga, ME: fújatási kísérlet előtt, MU: fújatási kísérlet után)



Annak vizsgálatára, hogy egy-egy szélesemény hatására hogyan változik a csernozjom feltalaj szerkezeti összetétele, a mintatartó tálca talajának felső 0–1 cm-ét minden 15 perces fújtási kísérletet megelőzően (ME) ill. azt követően (MU) mintáztuk. Az így kapott talajminták anyagát száraz szitálásnak vetettük alá, hogy megállapíthassuk, hogyan alakul egy-egy széleseményt követően az eredetileg 2 mm-es szitán átengedett, de még mindig némi szerkezetességet mutató csernozjom talaj aggregátumainak és elemi szemcséinek aránya. A 7. ábrák alapján megállapíthatjuk, hogy minden szélesebbesség esetében a szélerózió következtében 3–7%-kal megnő az 1 mm, ill. annál nagyobb szemcsék ill. aggregátumok aránya a talajanyagban. A szélesebbesség erősödésével ez a növekedés egyre jelentősebb, a 12–13 m/s-os sebességtartományban mintegy 3%-os, a 15–16 m/s-os szélesebbeségen pedig már 7%-os volt az 1 mm-es szemcsék arányának növekedése a talajban a kiindulási állapothoz képest. A finomabb szemcse-, ill. aggregátum átmérők esetén a fújtást követően csökkenés tapasztalható. A leginkább a 315 μm és az annál kisebb szemcsék aránya csökken, átlagosan 1–2 %-kal. A széleróziós események ezen hatása a talaj szerkezeti elem és szemcse összetételére talajtípus függő. Homoktalajon végzett kísérletek alapján Leys–McTainsh (1994) megállapították, hogy leginkább a 250 μm és annál nagyobb szemcsék aránya nőtt meg a széleróziót követően a feltalajban, míg a 75–210 μm közötti szemcsefrakció aránya lecsökkent 1–2 %-kal.

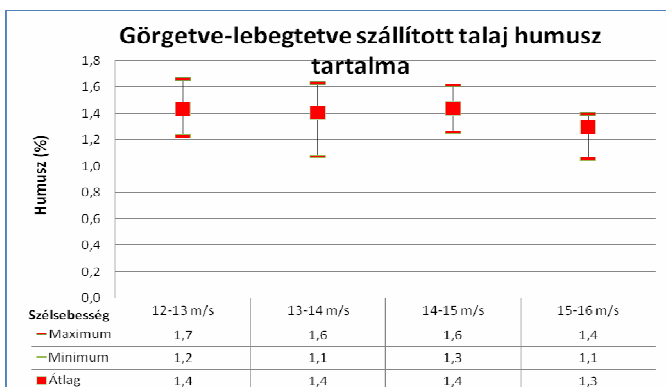
5. Erodált talajanyag humusz és tápanyag tartalmának elemzése

A talaj és szediment minták humusz tartalma 1,1 és 2,4% között változott. A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a láda utáni aggregátumos minták tartalmazták a legtöbb humuszt. Az apátfalvi mérési sorozat esetében pl. a 12,0–13,0 m/s-os sebességtartományban a fújtás előtt gyűjtött minta humusz tartalma 1,8%, az I. fogóban gyűjtött mintáé 1,6%, a második fogóban összegyűlt mintáé szintén 1,6%, a láda után gyűjtött mintában azonban 2,0%. Ez az értéksor jól reprezentálja valamennyi mintaterületre és szélesebbesség tartományra jellemző tendenciát (8. ábra).

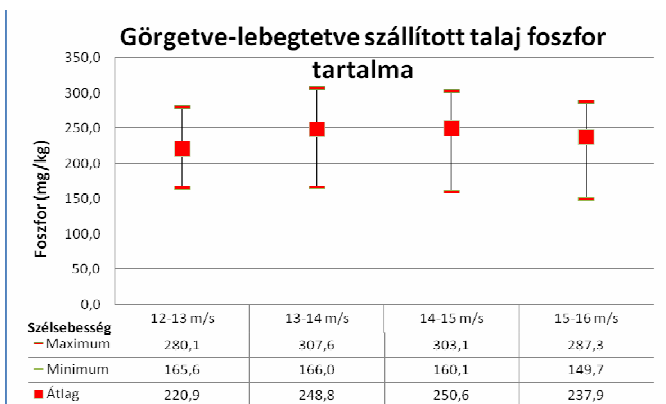
A talaj és szediment minták kálium-oxid (K_2O) tartalma 122–460 mg/kg között változott. A káliumot legkisebb koncentrációban a láda után összegyűlt talajanyagban mértük. A csordakúti mintasorozat esetében az itt mért érték csupán 60%-a volt a láda alapmintájában a fújtás előtt mért mennyiségnek. Az I. fogó kálium tartalma 12,0–13,0 m/s sebesség tartományban 386,7 mg/kg, s ez az érték 392 mg/kg lesz a következő sebességtartományon. A legmagasabb kálium értéket a 14,0–14,3 m/s-os sebességtartományon érte el, 419,5 mg/kg-mal.

A talaj és szediment minták P_2O_5 tartalma 130–329 mg/kg között változott. A szélesebbesség és a csapdázási hely függvényében tett megállapításaink a káliumnál leírtakhoz hasonlóak. Itt is megfigyelhető, hogy hiába emelkedett a vizsgálatok végére a szél sebessége 12 m/s-ról 15-m/s-ra, amely kb. 25%-os sebességnövekedés, nem tapasztalhattunk ilyen mértékű feldúsulást. Egyetlen gyűjtőben sem mértünk több foszfort, mint az alapminta foszfor tartalma. A csapdákból összegyűlt talajanyagban ez elem tekintetében nem tapasztalható feldúsulás (9. ábra).

A minták összes-nitrogén tartalma más eloszlást mutat, mint amit a K és a P esetében leírtunk, természetesen inkább hasonlít a humusz eloszlásához. A talajban és a csapdázódott anyagban mért összes N mennyisége 560 és 2093 mg/kg között változott.



8. ábra. A csapdák mintáinak humusz-tartalma (%)



9. ábra. A csapdák mintáinak foszfor tartalma (mg/kg)

6. A tápanyag áthalmazás becslése

A szélerozió által áthalmazott tápanyag mennyiségének kiszámításához a szélcsatornába helyezett mintatartó tálcáról erodált, elszállított anyagmennyiségeket vettük alapul. A láda után összegyűjtött talajminták tömegei csak kis részei a teljes talajvesztésnek, így becsléseinkhez a fogókban összegyűlt mintamennyiséggel számoltunk. Megmérve a 0–10 és 10–40 cm magasságokba kihelyezett csapdákban szélesemenként összegyűlt mintákat, és a bennük levő tápanyag és humusz tartalmat, megkapjuk, hogy milyen magasságban, mennyi anyag távozott az ismert felületű ládából a különböző szélességek esetén.

A levegőben (lebegtetve, ugráltatva) tovább szállított talaj tápanyagmennyiségének kiszámításánál figyelembe vettük a két fogóban felhalmozódó üledék tápanyag tartalmát, ill. a felhalmozódott tömegekben tapasztalt különbségeket is. Az első fogóban több anyag volt, mint a másodikban, akár négyszeres is lehet a különbség! Ennek megfelelően súlyozott átlagokat számoltunk. A tápanyag áthalmazást 1 hektárra kivéve az alábbi képlet segítségével számoltuk:

$$\Delta H = \frac{10000}{0,15} \cdot \left(ET \cdot \frac{I}{I + II} \cdot H_I + ET \cdot \frac{II}{I + II} \cdot H_{II} \right), \text{ ahol}$$

ΔH = tápanyag/humusz áthalmazás kg/ha-ban, ET = erodált talaj mennyisége kg-ban, I = I. fogóban felhalmozódott üledék mennyisége g-ban, II =II. fogóban felhalmozódott üledék mennyisége g-ban, H_I = I. fogóban levő üledék humusz/tápanyag tartalma, H_{II} = II. fogóban levő üledék humusz/tápanyag tartalma.

A szélcsatornában különböző szélereősségek kapcsán a mintatartó tálcáról eltávozott tápanyagmennyiséget felhasználva e képlet segítségével megkaptuk 1 ha-ra kiveitve a tápanyag áthalmozás mértékét (2. táblázat).

2. táblázat. A szélérozió által áthalmozott tápanyag mennyiség a különböző szélereősségek hatására

Gyűjtés helye	Szélsebesség fokozatok (m/s)	Humusz (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Összes nitrogén (kg/ha)
Csanádpalota	12	511,5	7,2	18,3	51,5
	13	1134,4	14,5	37,3	114,7
	14	2316,0	29,6	78,1	236,9
	15	2210,7	32,4	78,7	226,7
Csordakút	12	555,6	10,4	15,3	43,5
	13	1900,8	36,1	49,7	147,0
	14	3663,3	68,8	95,4	316,1
	15	3453,5	62,9	98,7	343,2
Apátfalva	12	533,9	7,4	8,7	40,7
	13	1549,4	30,1	34,1	148,2
	14	3079,8	57,5	67,1	286,7
	15	2785,9	60,6	72,6	285,9

A lebegtetve szállított mintákban a humusz halmozódott át legnagyobb mennyiségben. A legkisebb humuszszállítódás 12 m/s-os sebességtartományban a csanádpalotai mintára volt jellemző (511 kg/ha). A legnagyobb humuszáthalmozás (3663 kg/ha) a csordakúti mintákra jellemző, 14 m/s-os sebességfokozaton.

A legnagyobb foszforáthalmozást szenvedő minta a csanádpalotai sorozat 14 m/s-os sebességtartományánál van: 68,8 kg/ha. Legkevesebb foszfor az apátfalvi és a csanádpalotai mintából szállítódott el (7 kg/ha), 12 m/s-os sebesség fokozaton.

Káliumnál az apátfalvi minták esetében kicsit növekedett az áthalmozott tápanyagmennyiség. A legnagyobb veszteség 15 m/s-os sebességfokozaton keletkezett (99 kg/ha) a csordakúti sorozatnál. Legkevesebb tápanyagvesztés (8,7 kg/ha) az apátfalvi mintát érte 12 m/s-os sebességfokozaton.

A nitrogéneredményeket elemezve a tendencia a humuszáthalmozással mutat szoros kapcsolatot. A legkevesebb nitrogén (41 kg/ha) a csordakúti mintából távozott 12 m/s-os sebességfokozatnál. Legtöbb nitrogénáthalmozást szintén a csordakúti mérés sorozatnál tapasztaltuk, 15 m/s-os sebességfokozaton (343 kg/ha).

7. Összegzés

A szélsőséges időjárási helyzetek, az évenként különböző mértékben jelentkező hő- és csapadék-stressz ráirányította a figyelmet a káros talajművelési gyakorlat hibáira. A kutatások rávilágítanak, hogy a korábban a célként kitűzött növénynek kedvező talajállapot (pl. poros magágy) kialakítása hosszú időszakot vizsgálva káros eredménnyel járhat, hiszen növeli a szerkezetromlás, az elporosodás, s a deflációérzékenység veszélyét. Kutatásunk során három dél-alföldi mintaterület jó minőségű csernozjom talaját értékeltük klíma-stressz érzékenységi szempontból, majd szélcsatornás vizsgálá-

tok alapján becsültük a porosodás és az ebből adódó deflációs folyamatok következtében bekövetkező tápanyag áthalmazódás mértékét.

Összefoglalva megállapítható, hogy *nagyobb szélesebesség hatására több talajanyag erodálódik, és ezzel együtt megnő az áthalmazott tápanyag mennyisége is*. Minden vizsgált szélesebesség esetében a szélerózió következtében 3–7 %-kal megnő az 1 mm ill. annál nagyobb szemcsék ill. aggregátumok aránya a talajanyagban. A finomabb szemcse, ill. aggregátum átmérők esetén a fújatást követően csökkenés tapasztalható. Leginkább a 315 µm és az annál kisebb szemcsék aránya csökken, átlagosan 1–2 %-kal. A minták kémiai és fizikai elemzéseiből megállapítható, hogy a láda utáni aggregátumosabb szerkezetű minták nitrogén és foszfor tartalma nagyobb, mint az alapmintáé. Az itt gyűjtött mintákban nagyobb a leiszapolható rész aránya, mint a többi csapdában összegyűlt talajanyagban. A fogók mintáiban nem tapasztaltunk feldúsulást egy vizsgált elem esetében sem, sőt a fogókban gyűjtött minták kálium és foszfor tartalma jelentősen kisebb volt az alapmintákhoz képest.

Becsléseink alapján a szélerózió hatására a lebegtetve, ill. ugráltatva áthalmazott talajszemcsékkel ill. aggregátumokkal szállított humusz 500–3500 kg/ha nagyságrendben távozhat a vizsgált csernozjom területéről akár egyetlen szélesemény hatására is. A kálium áthalmazódás mértéke elérheti a 100 kg/ha-t, a foszfor esetében pedig a 70 kg/ha-t. A nitrogénvesztés ill. áthalmazódás jelentősebb, akár a 200–300 kg/ha-t is elérheti egy intenzív szélesemény alkalmával. Ezen tápanyag mennyiség egy része több száz méter, de akár kilométeres távolságokra is távozhat a területről.

A mezőgazdasági művelés alatt álló csernozjom területek feltalajában a tápanyag és szervesanyag szélerózió útján történő mozgási törvényszerűségeinek feltárása több szempontból is hasznos: segítséget jelent a területi tervezésben, a defláció szempontjából optimális területhasználat és művelési módok meghatározásában. Képet kapunk arról, hogy a legnagyobb gazdasági potenciállal rendelkező termőtalajunk, a csernozjom milyen veszélyeknek van kitéve, s hogy a nem megfelelő művelés következtében kialakuló szerkezet romlás következményeként kialakuló deflációs károk milyen tápanyag veszteséggel járhatnak együtt.

Irodalom

- Bach M. 2008: Aolische Stofftransporte in Agrarlandschaftem PhD Dissertation, Christian-Albrechts Universität zu Kiel
- Birkás M. – Szemők A. – Milan M. 2010: A klímaváltozás talajművelési, talajállapot tanulmányai „KLÍMA-21” füzetek 2010. 61. szám pp. 144–152.
- Bódis K.–Szatmári J. 1998: Eolikus geomorfológiai vizsgálatok DDM felhasználásával. VII. Térinformatika a felsőoktatásban szimpózium előadásai. Budapest. pp. 102–107.
- Borsy Z. 1972: A szélerózió vizsgálata a magyarországi futóhomok területeken. Földrajzi Közlemények pp. 156–160.
- Búzás I. 1993: Talaj és agrokémiai módszerkönyv 1. INDA 4231 Kiadó, Budapest 357 o.
- Farsang A.–Barta K. 2004: A talajerózió hatása a feltalaj makro- és mikroelem tartalmára. Talajvédelem különszám, Talajvédelmi Alapítvány Kiadó, pp. 268–276.
- Hernádi H.–Farkas Cs.–Makó A.–Máté F. 2008: Hazai csernozjom talajok vízforgalmának klímaérzékenységi vizsgálata a MARTHA adatbázis és a SWAP szimulációs modell felhasználásával Talajvédelem különszám 2008 pp. 95–104.
- Láng I.–Csete L.–Jolánkai M. (szerk.) 2007: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

- Larney, F. J.–Bullock, M. S.–Janzen, H. H.–Ellert, B. H.–Olson, E. C. S. 1998: Wind erosion effects on nutrient redistribution and soil productivity. *Journal of Soil and Water Conservation* 53 (2), pp. 133–140.
- Leys, J.–McTainsh, G. 1994: Soil loss and nutrient decline by wind erosion – cause for concern. *Australian Journal of Soil and Water Conservation* 7 (3), pp. 30–35.
- Lóki J.–Szabó J. 1996: Neuere Windkanaluntersuchungen der Deflationssensibilität von Böden des Ungarischen Tieflandes *Z. Geomorph. Berlin-Stuttgart* pp. 145–159.
- Lóki J.–Szabó J. 1997: Az alföldi talajok deflációérzékenységi vizsgálata szélcsatornában. *Kompolt. Regionális Agrárkutatói és vidékfejlesztési workshop.* pp. 73–83.
- Lóki J. 2000: The study of wind erosion on different soil by wind tunnel. Debrecen. In: *Anthropogenic aspects of landscape transformations 1. Proceeding of Hungarian-Polish Symposium.* Edited Lóki, J. – Szabó, J. pp. 37–44.
- Lóki J.–Schweitzer F. 2001: Fiatal futóhomokmozgások kormeghatározási kérdései Duna–Tisza közti régészeti feltárások tükrében – *Acta Geographica Geologica et meteorologica Debrecina, Tomus XXXV.* pp. 175–183.
- Lóki J. 2003: A szélerózió mechanizmusa és magyarországi hatásai. MTA doktori értekezés Debrecen 265 o.
- Marsi, Z.–Zöbisch, M.–Bruggeman, A.–Hayek, P.–Kardous, M. 2003: Wind erosion in a marginal mediterranean dryland area: a case study from the Khanasser Valley, Syria. *Earth Surface Processes and Landforms* 28, pp. 1211–1222.
- Mezősi G.–Szatmári J. 1998: Assessment of wind erosion risk on the agricultural area of the southern part of Hungary. *Journal of Hazardous Materials* 61. Amsterdam. pp. 139–153.
- MIKA J. 1996: Regionális éghajlati forgatókönyvek. Változások a légkörben és az éghajlatban. *Természet Világa* 1996/I. Különszám. 69–74.
- Mucsi L.–Szatmári J. 1998: Landscape changes of a blown sand surface on the Great Hungarian Plain. *The problems of landscape ecology Vol. III.* Warsaw. pp. 215–222.
- Nováky B. 2007: Az ENSz Éghajlat-változási Kormányközi Testületének jelentése az éghajlat-változás várható következményeiről. *KLÍMA-21 Füzetek.* 50. 6–11.
- Neemann W. 1991: Bestimmung des Bodenerodierbarkeitsfaktors für winderosionsgefährdete Böden Norddeutschlands – Ein Beitrag zur Quantifizierung der Bodenverluste In: *Geologisches Jahrbuch.* 25. Hannover
- Sterk, G.–Hermann, L.–Bantiono, A. 1996: Wind-blown nutrient transport and soil productivity changes in Suoth-West Niger In: *Land degradation & development* 7. 325–335.
- Szatmári J. 1997: Evaluation of wind erosion risk on the SE part of Hungary. *Acta Geographica Szegediensis.* XXXVI. pp. 121–135
- Szatmári J. 2005: The evaluation of wind erosion hazard for the area of the Danube-Tisza Interfluve using the Revised Wind Erosion Equation. *Acta Geographica Szegediensis Tomus XXXVIII.* 2005. pp. 84–93.
- Szatmári J.–Négyesi G. 2006: Széleróziós monitorállomás tesztelése szélcsatornában és homokhátsági mintaterületen. *X. Geomatematikai Anket előadásai.*
- Van Donk, S. J.–Skidmore, E. L. 2001: Field experience and evaluating wind erosion models. *Annals of Arid Zone* 40 (3), pp. 281–302.
- Zobeck, T.–Fryrear, D. W. 1986: Chemical and Physical characteristic of windblown sediment. In: *Transaction of the ASAE* 29. 1037–1041.
- Zobeck, T.–Fryrear, D. W.–Petit, R.D. 1989: Management effects on wind-eroded sediment and plant nutrients. In: *Journal of Soil & Water conservation* 44. 160–163.
- Várallyay Gy. 2008: Talaj–víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében *Talajvédelem különszám* 2008. pp. 17–30.

A kutatást az OTKA K-73093, valamint az OTKA IN-83207 támogatta. Köszönetünket fejezzük Prof. Dr. Lóki József tanszékvezető egyetemi tanárnak, hogy a Debreceni Tudományegyetem Természeti Földrajzi Tanszékén a szélcsatorna vizsgálatokat lehetővé tette.