

## **A talajművelési módok és a talajerózió kapcsolatának vizsgálata zalai mintaterületen**

BÁDONYI KRISZTINA<sup>1</sup>–MADARÁSZ BALÁZS<sup>1</sup>–KERTÉSZ ÁDÁM<sup>1</sup>–CSEPINSZKY BÉLA<sup>1</sup>

### **Abstract**

#### **Study of the relationship between tillage methods and soil erosion on an experimental site in Zala County**

On arable lands intensive soil management can lead to severe land degradation: soil erosion and reduced biodiversity are among its manifestations. The main objective of the National Rural Development Plan is to shape such an agricultural practice, which is based on the sustainable use of natural resources and the protection of biodiversity and landscape values. Conservation tillage is this sort of sustainable farming practice. Its main advantages are the protection against erosion and deflation, preservation of soil structure, retention of soil moisture, enrichment in organic matter, protection of soil life and contribution to biodiversity. Our aim was to compare the effects of conventional and conservation tillage on soil erosion, on a study site located on the Western subcatchment of Lake Balaton (Szentgyörgyvár), where runoff, soil loss and nutrient loss were measured at every rainfall event on four plots. For the statistical analysis of the measured data SAS and Statistica programmes were used, applying general and generalised linear mixed models, respectively. The study gives an overview of the SOWAP (Soil and Water Protection) project carried out between 2004 and 2006.

The results gained during three years of experiments show that frequency of runoff was much lower in case of conservation tillage (30.8%) than in case of conventional tillage (74%). On the whole, conservation tillage proved to be more favourable at all points: in winter wheat, sunflower and maize crops runoff was reduced by 66.8%, soil loss by 97.3%, TOC loss by 91.1%, nitrogen loss by 86.8%, phosphorus loss by 95.6% and potassium loss by 78.8% comparing to the values measured on the conventional plots. Tolerable soil loss determined on the basis of the rate of soil formation is 2 t/ha/year. In case of conventional tillage, average annual soil loss was 4.26 t/ha, thus erosion exceeded the rate of soil formation. On the plots of conservation tillage the average annual soil loss was 0.11 t/ha, therefore sustainable farming can be assured with this practice. Consequently, there is a possibility of protecting soil resources, reducing soil erosion and nutrient loss within an intensive agricultural system by using conservation tillage (shallow, contour tillage with crop residues partly left on soil surface and partly rotated into the soil) instead of conventional tillage.

---

<sup>1</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Budapest Budaörsi út 45. E-mail: akertes@sparc.core.hu

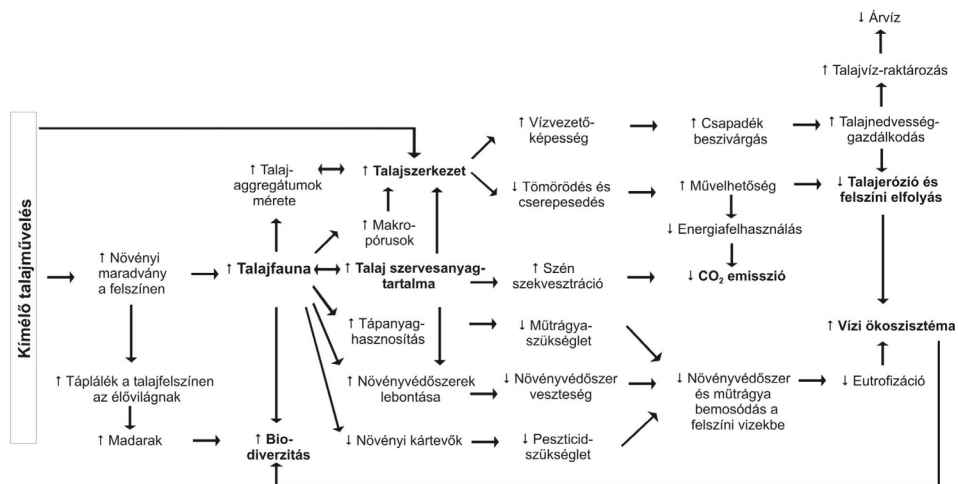
## Bevezetés

Az agroökoszisztémák részeként a mezőgazdasági területek olyan természeti erőforrások, a természeti környezetnek emberi szükségleteket kielégítő részei, amelyek ésszerű működés mellett megújíthatók (CSETE L.–LÁNG I. 2004). Jövőbeni alakulásukban a fenntartható gazdálkodási rendszerek, ill. a fenntartható precíziós gazdálkodási rendszerek jelenthetik a megoldást, mert ezek költséghatékonyak, víztakarékosak, s így a felmelegedés, szárazság, időjárás anomáliák körülményei között is esélyt jelentenek. Ilyen fenntartható gazdálkodási forma a talajkímélő művelés.

A környezetkímélőnek tekinthető *minimális talajművelés (minimum tillage)* irányzata az 1950-es években, az USA-ban kezdett kialakulni. E folyamat nem volt minden előzmény nélküli, hiszen CAMPBELL fél évszázaddal korábban a száraz területek talajművelési módjának kidolgozásakor már nagy hangsúlyt fektetett a talajvédelemre (CAMPBELL, H. W. 1907). A minimális művelés irányzata a műveletek csökkentését, összevonását (gépek kombinálása útján) vagy elhagyását tűzte ki célul (BIRKÁS M.–TIRCZA I. 1992, LÁSZLÓ L. 1997), a talaj korlátozott mértékű művelését, és a művelés nélküli direktvetés módszereit ölelte föl. Ez az irányzat Magyarországon némi késéssel, az 1960-as években jelent meg, és csak kísérletekben, valamint gépfejlesztésekben érezte hatását. Megjegyzendő azonban, hogy hazánkban sem volt mindez előzmény nélküli, hiszen már korábban is foglalkoztak a talaj- és környezetkímélő művelés problémáinak lehetséges megoldásaival. Napjainkig tartó hatása MANNINGER sekélyművelési rendszerének volt (MANNINGER G. A. 1957).

A minimális talajművelés 15–20 évvel később továbbfejlesztett irányzata a *környezetkímélő talajművelés* vagy *talajkímélő művelés (conservation tillage)*, amelyben a tarlómaradványok legalább 30%-a vetés után a felszínen marad (NYÍRI L. 1993). További jellemzői az erózió és defláció elleni védelem, a talajszerkezet és -nedvesség megővése, a talajhordképesség javítása, a szervesanyag-tartalom növelése, a talajélet aktivizálása és védelme, valamint az energia- és költségtakarékosság (1. ábra).

A talaj a legfontosabb természeti erőforrások közé tartozik, melynek védelme különösen fontos Magyarországon, mivel az ország területének 48,5%-án folyik szántóföldi mű-



1. ábra. A kímélő talajművelés kedvező hatása a környezetre (szerk.: BÁDONYI K. 2007)

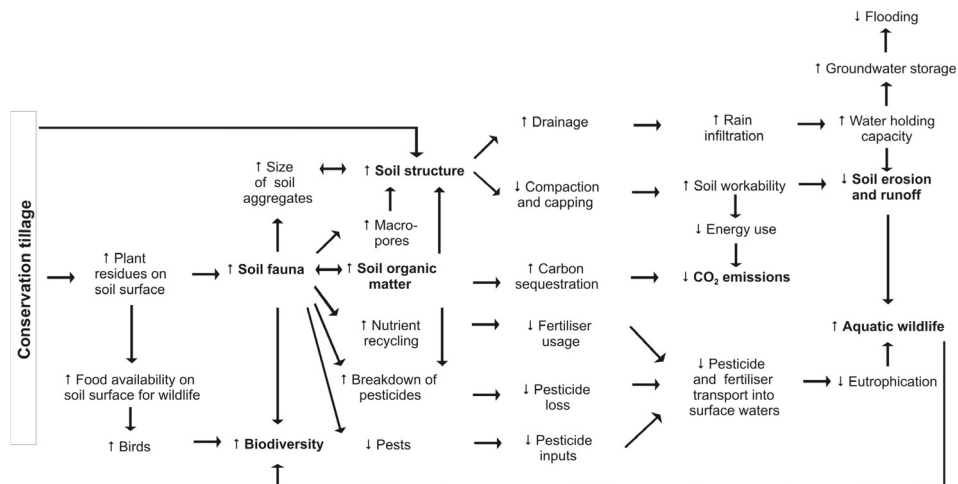


Fig. 1. Environmental benefits of conservation tillage (ed. BÁDONYI, K. 2007)

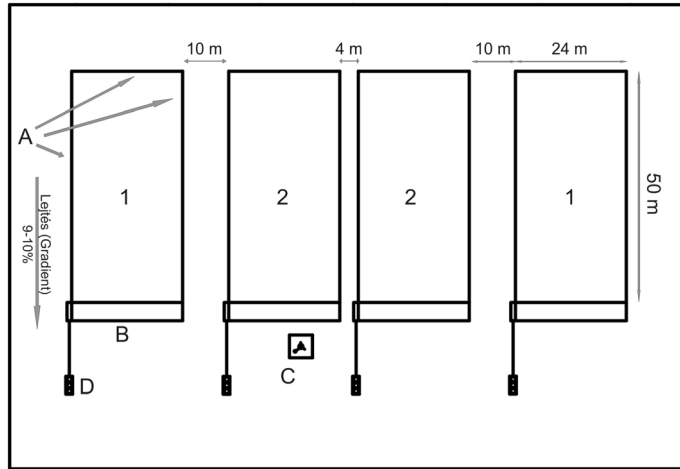
velés. A mezőgazdasági művelés alatt álló területeken az intenzív talajművelés igen súlyos talajerózióhoz, talajtömörödéshez, a biodiverzitás csökkenéséhez, valamint a bemosódott növényvédő szerek által a felszíni vizek szennyeződéséhez vezethet. Magyarországon mindkét az első jelenti a legkomolyabb problémát (JAKAB G. 2006; JAKAB G.–SZALAI Z. 2005; Szűcs, P. et al. 2006). A szántóföldi művelés alatt álló területek több mint egy harmada (2,3 millió ha), az ország összterületének közel egy negyede erodálódott valamilyen mértékig (STEFANOVITS, P.–VÁRALLYAY, Gy. 1992).

Célunk, hogy összehasonlítsuk a hagyományos és a talajkímélő művelési rendszerek talajerózióra gyakorolt hatásait. Mintaterületül a Balaton vízgyűjtőterületén található dombsági mezőgazdasági területet jelöltünk ki. Munkánkat a SOWAP (*Soil and Surface Water Protection Using Conservation Tillage in Northern and Central Europe* – Talaj- és felszíni vízvédelem környezetkímélő talajművelés alkalmazásával Észak- és Közép-Európában) projekt keretén belül végeztük 2004 és 2006 között.

## Kutatási módszerek

### *A talajerózió vizsgálata*

A Zalai-dombságon, Hévíztől DNy-ra, Szentgyörgyvár határában található 2 ha-os, 9–10% lejtésű kísérleti területen a hagyományos és a talajkímélő művelés eróziós vizsgálatához, 2 ismétlésben beállítva, összesen 4 db 24 x 50 m-es parcellát alakítottunk ki (2. ábra). Az ilyen méretű parcellákon a normál, gépesített (szintvonal menti) szántóföldi művelés már megvalósítható, ugyanakkor még épp akkorák, hogy a területről lefolyó vizeket (és a lehordott talajt) felfoghasuk és mérni tudjuk. A parcellákat a hagyományos, talajkímélő, talajkímélő,



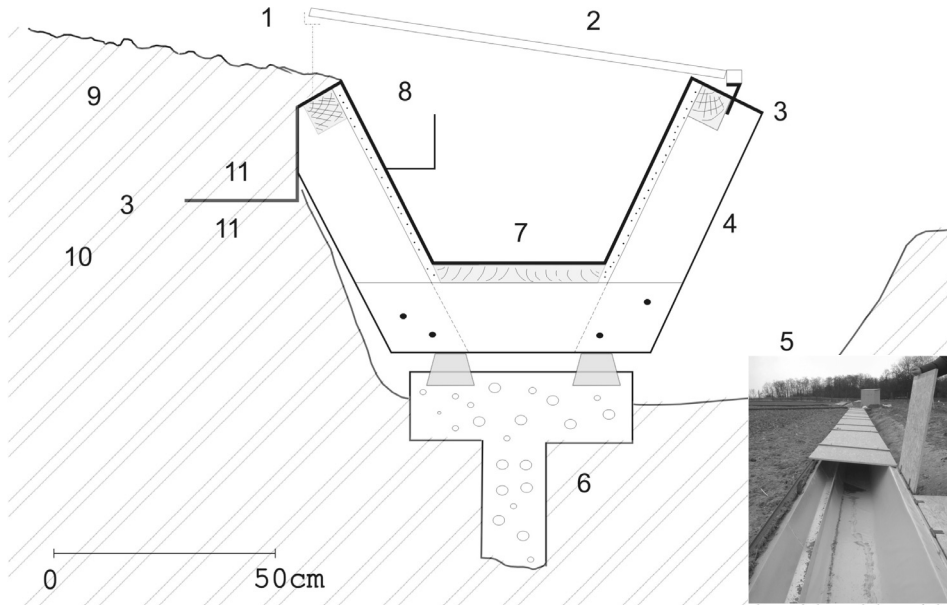
2. ábra. A szentgyörgyvári eróziós állomás vázlatja (szerk.: MADARÁSZ B.). – 1 = hagyományos; 2 = talajkímélő; A = határoló lemezek; B = gyűjtőcsatornák; C = meteorológiai állomás; D = tartályok

Sketch of the soil erosion experimental site at Szentgyörgyvár (ed. MADARÁSZ, B.). – 1 = conventional; 2 = conservation; A = bounding sheets; B = collecting channels; C = meteorological station; D = tanks

hagyományos sorrendben alakítottuk ki, mivel így a művelés megoldható és a talaj inhomogenitásainak hatása kiküszöbölhető. A rendszer CSEPINSZKY Béla tervei alapján készült el.

A lefolyás mérésére egy speciális kétcsatornás gyűjtőrendszert alakítottunk ki úgy, hogy a gyakori kis intenzitású esők, valamint a nagy intenzitású (1%-os valószínűséggel bekövetkező) csapadékok lefolyása is felfogható legyen. Ennek köszönhetően minden egyes lefolyás pontosan mérhető. A kisebb lefolyásokat egy kis fém csatorna gyűjti össze és vezeti közvetlenül a gyűjtőrendszerhez kapcsolódó első 1 m<sup>3</sup>-es (0,75 m<sup>3</sup> hasznos térfogatú) tartályba. A kisebb csapadékesemények lefolyásai ezzel a rendszerrel maradék nélkül felfoghatók. Amennyiben a lefolyás olyan nagy lenne, hogy az első 1 m<sup>3</sup>-es tartály a befogadásra kicsinek bizonyulna, vagy a fémcsatorna már nem lenne képes a vízmennyiséget elszállítani, úgy a víz egyszerűen átbukik a fémcsatornán és belefolyik a nagyobb fóliával bélelt fa vályúba. A parcellán lefelé folyó vizeket maradéktalanul fel kell fogni, ezért különösen fontos a parcella-gyűjtőcsatorna kapcsolata. A csatorna műanyag fólia borítását 50 cm-rel túlvezettük, hogy a lefolyó víz ne kerülje meg a csatornát (3. ábra).

Ebből a csatornából a víz egy 1/9-es osztóművön keresztül jut a második 1 m<sup>3</sup>-es tartályba (1. kép). Minden egyes parcellához 3 db 1 m<sup>3</sup>-es tartály kapcsolódik, ahol az első és második, ill. a második és a harmadik tartály



3. ábra. Kétsatornás gyűjtőrendszer vázlatja (szerk.: MADARÁSZ B.) és fotója. – 1 = távtartó; 2 = tető; 3 = fólia; 4 = fa bordák; 5 = árok; 6 = beton tuskó; 7 = fő csatorna; 8 = segéd csatorna; 9 = művelt talaj; 10 = altalaj; 11 = tömörített talaj

Sketch (ed. MADARÁSZ, B.) and photo of the dual channel collecting system. – 1 = spacer; 2 = lid; 3 = plastic lining; 4 = stiffeners; 5 = ditch; 6 = concrete base; 7 = main channel; 8 = auxiliary channel; 9 = cultivated soil; 10 = subsoil; 11 = compacted soil

között szintén 1/9-es megosztás van, így összesen mintegy 68 m<sup>3</sup> lefolyó víz (kb. 57 mm lefolyás) mintázására van lehetőség parcellánként. A negyedik (60 literes) beállított tartály segítségével már összesen 112 m<sup>3</sup>/parcella lefolyó víz mintázható, ill. mérhető, mely kb. 93 mm lefolyás mérését biztosítja (a harmadik és negyedik tartály között is 1/9-es megosztás van). Ehhez legalább 100 mm/nap csapadéknak kellene lehullania (a 100 éves napi maximum 83 mm/nap volt Keszthelyen).

A mérések többségéhez az első két tartály is elegendő (kb. 30–40 mm/nap kis intenzitású esőnek, vagy kb. 10–15 mm-es torrens csapadéknak), amelyekben a tartály feltöltődésének kezdetét és annak ütemét rögzítő automata mérőműszert helyeztünk el. Az adatgyűjtést egy automata meteorológiai állomás is segíti, amely percenként méri a csapadékot, relatív páratartalmat, lég- és talajhőmérsékletet, beeső napsugárzás energiáját, szélsébséget és szélirányt és 5 perces gyakorisággal az átlagokat tárolja és továbbítja.

Minden egyes tartós csapadékesemény után a lefolyt víz mennyiségét (az automatikus és manuális mérések alapján) határoztuk meg. A felfogott



1. kép. A lefolyó vizet összegyűjtő tartályok és az elosztómű  
Runoff collecting tanks and the diffuser

vizeket a tartályokban 1–2 napig ülepítettük, majd az ürítés során a folyadékfázist, a végén pedig a kiülepedett talajt is mértük és mintáztuk. A mintákat az alábbi összetevőkre vizsgáltuk.

Folyadék mintáknál:  $pH$ , oldott  $N$  (Kjedahl-módszer),  $P$  (Olsen),  $K$  (lángfotometriás módszer), összes szárazanyag (szuszpendált szediment), összes szerves szén ( $TOC$ ) (nem-diszperzív infravörös spektroszkópos módszer).

A lehordott talaj esetében: szárazanyag-tartalom, összes  $N$  (Dumas-féle eljárás),  $P$  (Olsen),  $K$  (ammónium-nitrátos extrakció) és összes szerves szén ( $TOC$ ) (Walkley-Black nedves oxidációs eljárás).

A méréseket és vizsgálatokat követően az eróziós folyamatok során lehordott anyagok mennyiségei jól becsülhetők.

### Alkalmazott művelési módok

A kétféle parcellatípus csak a talajművelés tekintetében tért el. Tehát ugyanazt a fajta növényt vetettük, ugyanannyi műtrágyát juttattunk ki, a művelés iránya ugyanúgy szintvonal menti volt stb. A hagyományos művelésű parcellákon az őszi mélyszántás során 25–30 cm mélyen műveltük a talajt, míg a kímélő művelésű parcellákon csak 8–10 cm mélységig tárcsáztunk. A kímélő művelésű parcellákon a betakarító géppel szemben elvárás volt, hogy minél alacsonyabb tarlót hagyva vágja le a szarát és a felszecsكَázott szarát minél

tökéletesebben terítse szét a felszínen. 30%-os növényi maradványokkal való fedettséget biztosítottunk a kémélő művelés esetén. A menetek számát is igyekeztünk csökkenteni a kémélő művelés esetén, pl. a vetést és a műtrágyázást kombinált gép használatával oldottuk meg. Az alkalmazott vetésváltás: őszi búza – napraforgó – kukorica.

### **A lefolyás, a talajpusztulás és a tápanyagvesztés mérési adatainak statisztikai feldolgozása**

Mivel a lepusztult talaj kálium- és *TOC*-koncentrációján kívül egyik folytonos változó sem volt normális eloszlású, ezért ezeket mind logaritmikusan transzformáltuk a Statistica-program segítségével (Statsoft 2000). Erre azért volt szükség, mert a 2005. augusztus 21–22-én lehullott rekord mennyiségű csapadék és a 2006. május 14-i zivatar hatására óriási mennyiségű víz és talaj távozott a területről, ezért transzformáció nélkül ezek a kiugró értékek okoznák uralkodóan a más változókkal való összes összefüggést.

A logaritmikusan transzformált csapadékváltozókra egymással mutatott erős korrelációik miatt főkomponens analízist végeztünk a Statistica program faktoranalízis moduljának segítségével. Az első főkomponens az intenzitás változókkal korrelál pozitívan, a második főkomponens a csapadékmennyiséget különítette el.

A folytonos függő változók közül a lefolyás és a lepusztult talajmennyiség, a lefolyás foszfor-, kálium és *TOC*-koncentrációja, a lepusztult talaj nitrogén-, foszfor-, kálium- és *TOC*-koncentrációja; a folytonos független változók közül a csapadékváltozók mindkét főkomponensének átlaga vagy varianciája eltér a három év között. Annak érdekében, hogy a korrelációs és többváltozós összefüggések ne az évek közötti különbségek torzító hatását tükrözzék, a fent említett változókat az évvel, mint független változóval történő közös használatuk, valamint más függő változókkal való korrelációik vizsgálata előtt év-standardizáltuk (az éves átlagot kivontuk és a szórással osztottuk, így a két csoport átlaga és varianciája ugyanaz) a Statistica program Standardize moduljának segítségével.

A (részben év-standardizált) változók egymás közötti összefüggéseinek vizsgálata előtt az összefüggés triviális okainak kiszűrésére reziduális értéket számoltunk regresszió analízissel a Statistica program segítségével a következő változók esetében: lefolyás kálium-koncentrációja (reziduális lepusztult talajmennyiségre korrigálva), valamint a lepusztult talajmennyiség és annak nitrogén-, foszfor-, kálium- és *TOC*-koncentrációja (lefolyásra korrigálva). Ezeket a reziduálisokat használtuk azután a változók egymással való korrelációjának tesztelésére. Az azt követő változónkénti részletesebb elemzésekben azonban reziduálisok használata helyett a korrekciós változókat független tagként vittük be a modellekbe (lásd alább).

A SAS program GLIMMIX moduljának segítségével elemeztük a lefolyás előfordulását (SAS Institute Inc. 1999). Általánosított lineáris kevert modellt (*generalized linear mixed model*) alkalmaztunk, binomiális hibaeloszlás és logit link beállításával. A bináris függő változó a lefolyás előfordulása volt, a független változók a parcella (random faktor), év és művelés (fix faktor), és a csapadék PC-k (folytonos).

Az év, valamint a művelés kétutas interakcióit is megvizsgáltuk a csapadék PC-kkel. A lefolyás mint folytonos változó és a lepusztult talaj mennyiségének elemzésére általános lineáris kevert modellt futtattunk a SAS program proc MIXED moduljának segítségével. A független változók a fentihez hasonlóak voltak, két különbséggel: 1. év interakciókat a kis adatszám miatt nem számoltunk, 2. a talajvesztés vizsgálatánál a lefolyást is bevittük folytonos független változóként.

A Statistica program faktóanalízis moduljának segítségével főkomponens analízist végeztünk az üledék (reziduális) TOC-, nitrogén-, foszfor- és kálium-koncentráció értékeire, és az első főkomponenst használtuk függő változónak. Ennek, valamint a lefolyás tápanyag-koncentráció értékeinek elemzésére általános lineáris kevert modelleket futtattunk a SAS program proc MIXED moduljának segítségével. Minden modellben szerepeltek a művelés (fixed faktor), a csapadék PC-k (folytonos), valamint a művelés\*csapadék interakciók. Szignifikáns összefüggések miatt további korrekciós változóként szerepeltek az év (lefolyás  $P$ ,  $K$ , TOC), a lefolyás TOC (lefolyás  $K$ ), a reziduális talajvesztés (lefolyás  $K$ ), ill. a lefolyás  $K$  (lefolyás TOC).

## Az eredmények és értelmezésük

### *A lefolyás és a talajpusztulás terepi mérése a kísérleti parcellákon*

A 2004–2006-os vizsgálati időszakban összesen 29 lefolyást okozó csapadék-eseményt mértünk a szentgyörgyvári eróziómérő állomáson: 2004-ben 7-et, 2005-ben 10-et, 2006-ban 12-t. 2005 év elején az első két lefolyás (a 8. és a 9. számú) hóolvadásból származott. Mivel ezen esetekben nem tudjuk az elolvadt hó pontos mennyiségét (az önbillenő esőmérő rendszerünk erre nem alkalmas, a hóvastagságot pedig nem mértük), ezt a két eseményt a statisztikai számításoknál figyelmen kívül hagytuk.

Az évi átlagértékek számításánál azonban figyelembe vettük, hiszen a lefolyó hólével együtt csekély mennyiségű tápanyag is távozott, ill. a második (9.) eseménykor némi talaj is lepusztult. Ezek mindenképpen hozzáadandók az évi veszteséghez. Hasonlóan jártunk el a 2006-os 26. csapadék-esemény kapcsán is (ekkor a csapadékadatok megsérültek, így a lefolyási adatokat nem tudtuk összekapcsolni csapadékparaméterekkel).



A hagyományos művelésű parcellákon a 29 csapadékeseményből mindegyik okozott lefolyást, a kímélőn azonban csak 13 (az első évben 3; a második évben 4, ebből 2 hóolvadás; a harmadik évben 6).

2004-ben összesen 638,6 mm csapadék esett. Az 5 mm csapadékot (a vizsgált két éves periódusban a legkisebb csapadék, amely lefolyást okozott 5,2 mm volt, ezért a küszöböt 5 mm-nél húztam meg) meghaladó események száma 40, ebből 7 alkalommal összesen 150,2 mm-nyi okozott lefolyást. A hagyományos művelésű parcellákról ebből a mennyiségből 1,6 mm folyt le, a kímélő művelésű parcellákról mindössze 0,3 mm, a maradék beszivárgott. 2005-ben 699,2 mm csapadék hullott, az 5 mm-t meghaladó események száma 37, melyből 8 alkalommal 307,6 mm okozott lefolyást. A hagyományos művelésű parcellákról 89,2 mm távozott, míg a kímélő művelésű parcellákról 34,3 mm, a többi beszivárgott.

2006-ban 519,8 mm csapadék hullott, az 5 mm-t meghaladó események száma 38, ebből 12 alkalommal összesen 174 mm okozott lefolyást (ehhez hozzáadandó a 26. csapadékesemény nem ismert mennyisége is). A hagyományos művelésű parcellákról ebből a mennyiségből 45 mm folyt le, a kímélő művelésű parcellákról mindössze 11 mm, a maradék beszivárgott. A lefolyást okozó csapadékmennyiségekről, azok átlagos, maximális és maximális 30 perces intenzitásáról, valamint tartamáról az 1. táblázatban látható összefoglaló.

Az 1. táblázatban egy kiugró csapadékeseményt láthatunk: a 2005. augusztus 21–22-eit. A klímaváltozással nő a szélsőséges időjárási jelenségek esélye, Magyarország éghajlatában a mediterrán és a kvázi félszáraz (*szemi-arid*) jelleg erősödik (KERTÉSZ, Á. 1995). A talajeróziót a ritkábban előforduló, de nagy intenzitású csapadékesemények fogják meghatározni. Így a jövőben is számíthatunk hasonló zivatarokra, amelyek még nagy talajfedettség mellett is óriási mennyiségű talajt képesek lemosni.

A Keszthelyen mért 1%-os gyakoriságú egy napi nagycsapadék – 50 éves periódust figyelembe véve – augusztusban 83 mm volt (GODA L. 1966). 2005. augusztusában ez az érték 71,4 mm volt. Ehhez az augusztus 22-én leesett 71,4 mm csapadékhoz azonban a mi esetünkben a 21-én leesett 42 mm is hozzáadandó, mivel azok egy csapadékeseménynek számítanak. Így lehetőségünk adódott egy rekordmennyiségű csapadék (113,4 mm) okozta lefolyást és tápanyagvesztéséget mérnünk. Ez a csapadék mind mennyiségét, mind pedig maximális intenzitását tekintve messze felülmúlja a többi értéket. A hagyományos művelésű parcellákon mért értékhez képest (azt 100%-nak véve) a kímélő művelésű parcellákon csak 3,4%-nyi talaj pusztult le, ill. 39,2%-nyi víz folyt le e rendkívüli csapadékesemény hatására.

Az 2. táblázatban a három vizsgálati év átlag lefolyási adatai, talaj-, szervesanyag- és tápanyagvesztései láthatók. Fontos hangsúlyozni, hogy a 2005. augusztus 21–22-i csapadékesemény hatására lefolyó víz mennyisége az évi összes lefolyás 91,5%-át teszi ki a hagyományos művelésű (a táblázatban:

1. táblázat. Lefolyást okozó csapadékesemények paraméterei

| Sorszám* | Lefolyást okozó csapadék dátuma | Csapadék (mm) | Átlagos csapadék-intenzitás (mm/h) | I30** (mm/h) | Max. csapadék-intenzitás (mm/h) | Tartam (h) |
|----------|---------------------------------|---------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|------------|
| 1        | 2004.04.13–14.                  | 22,4          | 1,2                                | 2,8          | 4,8                             | 18,4       |
| 2        | 2004.04.19–20.                  | 17,8          | 1,9                                | 5,2          | 9,6                             | 9,1        |
| 3        | 2004.06.01.                     | 28,6          | 16,3                               | 33,0         | 67,2                            | 1,75       |
| 4        | 2004.06.20.                     | 20,0          | 4,7                                | 15,3         | 48,0                            | 4,1        |
| 5        | 2004.06.25.                     | 19,4          | 2,7                                | 5,2          | 14,4                            | 7,0        |
| 6        | 2004.06.28–29.                  | 18,6          | 4,5                                | 20,0         | 45,6                            | 4,2        |
| 7        | 2004.07.01–02.                  | 23,4          | 2,2                                | 14,8         | 24,0                            | 10,1       |
| 10       | 2005.06.15–16.                  | 31,4          | 4,0                                | 18,8         | 43,2                            | 7,75       |
| 11       | 2005.06.30.–07.01.              | 21,4          | 4,3                                | 6,0          | 16,8                            | 4,8        |
| 12       | 2005.07.12.                     | 25,6          | 2,6                                | 7,6          | 16,8                            | 9,6        |
| 13       | 2005.07.22–23.                  | 5,6           | 1,6                                | 3,2          | 4,8                             | 2,9        |
| 14       | 2005.08.15–17.                  | 53,2          | 4,1                                | 11,6         | 21,6                            | 12,9       |
| 15       | 2005.08.21–22.                  | 113,4         | 10,8                               | 44,4         | 100,8                           | 10,4       |
| 16       | 2005.09.28–29.                  | 26,4          | 2,2                                | 7,6          | 12,0                            | 11,8       |
| 17       | 2005.12.06.                     | 30,6          | 2,0                                | 6,8          | 7,2                             | 14,8       |
| 18       | 2006.01.01–03.                  | 28,2          | 1,6                                | 4,0          | 4,8                             | 17,9       |
| 19       | 2006.02.16–17.                  | 7,2           | 2,0                                | 4,6          | 9,6                             | 3,6        |
| 20       | 2006.02.24–25.                  | 14,4          | 0,8                                | 1,6          | 2,4                             | 17,7       |
| 21       | 2006.05.14.                     | 23,2          | 12,1                               | 36,8         | 55,2                            | 1,9        |
| 22       | 2006.05.17.                     | 5,2           | 5,7                                | 8,8          | 24,0                            | 0,9        |
| 23       | 2006.05.29–30.                  | 30,2          | 1,8                                | 6,0          | 7,2                             | 16,7       |
| 24       | 2006.06.02.                     | 16,8          | 1,6                                | 4,4          | 4,8                             | 10,4       |
| 25       | 2006.06.10.                     | 13,6          | 2,4                                | 8,0          | 19,6                            | 5,6        |
| 27       | 2006.07.02.                     | 5,2           | 2,3                                | 3,2          | 4,8                             | 2,2        |
| 28       | 2006.08.24–25.                  | 18,6          | 5,0                                | 12,0         | 31,2                            | 3,7        |
| 29       | 2006.09.19–20.                  | 11,4          | 2,8                                | 11,6         | 21,6                            | 4,1        |

\* A 8., 9. lefolyás hóolvadásból származott a 26. lefolyás csapadékadatai megsérültek.

\* I30 – maximális 30 perces intenzitás

C) parcellákon, a kímélőn (M) pedig 93,5%-át. Ez az egyetlen esemény által okozott talajlefordás 95,7%-t teszi ki az évi összes talajvesztésnek a hagyományos művelés mellett, a kímélő művelés mellett 88,1%-át.

A három évet együtt nézve is ez az augusztusi zápor által okozott vesztés tekintélyes hányadát teszi ki mind a lefolyásnak, mind pedig a talajpusztulásnak (lefolyás: 60,6% a hagyományos, 71,7% a kímélőn, talaj: 36% a hagyományos, 45,5% a kímélőn). A kímélő művelésű parcellák lefolyás, talaj- és tápanyagvesztés átlagadatai a hagyományos művelésű parcellák adatainak %-ában kifejezve az 4. ábrán láthatók.

Összességében tehát a kímélő művelésű parcellák minden tekintetben kedvezőbbnek bizonyultak: 3 év átlagában az őszi búza, a napraforgó és a kukorica kultúrában a lefolyás 66,8%-kal, a talajvesztés 97,3%-kal, a szer-

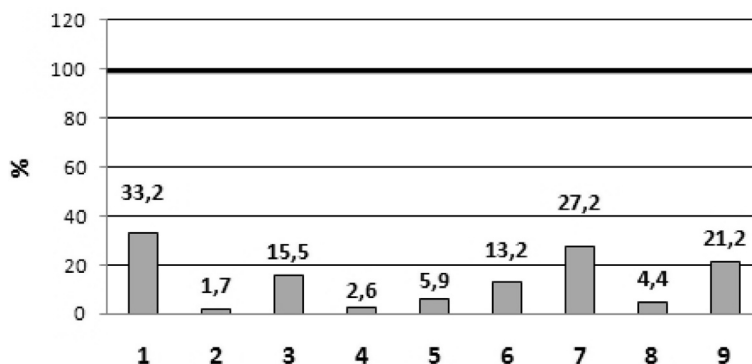
2. táblázat. Fajlagos lefolyási, talaj- és tápanyagvesztési adatok Szentgyörgyváron (2004–2006)

| Év               | Művelés      | Lefolyás<br>l/ha | Külpedett<br>szárazanyag |       |       | Szuszpendált<br>szárazanyag |        |       | Összes<br>szárazanyag |        |      | TOC<br>g/ha | N<br>g/ha | Vizoldható<br>P<br>g/ha | Összes<br>P<br>g/ha | K<br>g/ha |
|------------------|--------------|------------------|--------------------------|-------|-------|-----------------------------|--------|-------|-----------------------|--------|------|-------------|-----------|-------------------------|---------------------|-----------|
|                  |              |                  | kg/ha                    | kg/ha | kg/ha | kg/ha                       | kg/ha  | kg/ha | g/ha                  | g/ha   | g/ha |             |           |                         |                     |           |
| 2004             | C            | 15 458           | 57                       | 9     | 67    | 646                         | 199    | 13    | 46                    | 177    |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M            | 2 708            | 3                        | 2     | 5     | 135                         | 74     | 2     | 7                     | 37     |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M a C %-ában | 17,5             | 5,3                      | 20,9  | 7,5   | 20,9                        | 37,3   | 16,5  | 15,4                  | 20,6   |      |             |           |                         |                     |           |
| 2005             | C            | 892 127          | 4 542                    | 264   | 4 806 | 87 422                      | 15 398 | 294   | 2 917                 | 20 163 |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M            | 342 531          | 101                      | 74    | 175   | 7 446                       | 2 374  | 83    | 170                   | 6 450  |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M a C %-ában | 38,4             | 2,2                      | 28,0  | 3,6   | 8,5                         | 15,4   | 28,2  | 5,8                   | 32,0   |      |             |           |                         |                     |           |
| 2006             | C            | 448 631          | 7 331                    | 591   | 7 922 | 108 707                     | 15 217 | 193   | 4 119                 | 18 601 |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M            | 110 440          | 101                      | 64    | 165   | 4 098                       | 1 634  | 53    | 134                   | 1 794  |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M a C %-ában | 24,6             | 1,4                      | 10,8  | 2,1   | 3,8                         | 10,7   | 27,4  | 3,3                   | 9,6    |      |             |           |                         |                     |           |
| 2004–2006 átlaga | C            | 449 288          | 3 977                    | 287   | 4 263 | 65 570                      | 10 265 | 166   | 2 360                 | 12 975 |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M            | 149 001          | 68                       | 45    | 113   | 3 872                       | 1 357  | 45    | 103                   | 2 756  |      |             |           |                         |                     |           |
|                  | M a C %-ában | 33,2             | 1,7                      | 15,5  | 2,6   | 5,9                         | 13,2   | 27,2  | 4,4                   | 21,2   |      |             |           |                         |                     |           |

ves szén veszteség 91,1%-kal, a nitrogén-vesztés 86,8%-kal, a foszfor-vesztés 95,6%-kal, a kálium-vesztés pedig 78,8%-kal csökkent a hagyományos parcellákon mért értékekhez képest.

A tápanyagvesztés nem csak abból a szempontból fontos, hogy a lemosódó anyagok a vízfolyásokba jutva, ott pluszként jelentkezve azokat szennyezik, hanem abból a szempontból is, hogy hiányukkal a szántó föld termékenységét csökkentik. A nitrogén, a foszfor és a kálium a legalapvetőbb makroelemek a növények számára.

A 3. táblázatban a lefolyás és üledék tápanyag-koncentrációi láthatók. A kémelő művelésű parcellák lefolyás és üledék tápanyag-koncentráció adatai a hagyományos művelésű parcellák adatainak %-ában kifejezve a 5. ábrán láthatók. Az összes tápanyag koncentrációértéke maga-



4. ábra. A kémelő művelésű parcellák lefolyás, talaj- és tápanyagveszteség átlagadatai a hagyományos művelésű parcellák adatainak %-ában kifejezve (2004–2006). – 1 = lefolyás; 2 = kiülepedett szárazanyag; 3 = szuszpendált szárazanyag; 4 = összes szárazanyag; 5 = TOC (összes szerves szén); 6 = nirogén; 7 = vízoldható foszfor; 8 = összes foszfor; 9 = kálium

Average runoff, soil loss, TOC and nutrient loss of conservation plots in % of the conventional plots' data (2004–2006). – 1 = runoff; 2 = deposited solids; 3 = suspended solids; 4 = dry matter; 5 = TOC (total organic carbon); 6 = nitrogen; 7 = available phosphorus; 8 = total phosphorus; 9 = potassium

sabb a kémelő művelésű parcellákon. Ez az utóbbi parcellatípus felső talajrétegének jobb tápanyag-ellátottságát jelzi. A magasabb koncentrációértékek ellenére a kémelő művelésű területen összességében kevesebb tápanyag mosódott le.

### A talajművelés hatása a lefolyásra, a talajpusztulásra és a tápanyagveszteségre

A statisztikai elemzés során arra kerestük a választ, hogy mitől függött, volt-e lefolyás vagy sem, másrészt arra, hogy ahol volt, ott milyen tényezők befolyásolták, ill. függött-e a parcelláról távozó víz-, talaj- és tápanyagmennyiség a talajművelés módjától.

A lefolyás előfordulása esetében a művelésnek ( $P < 0,0001$ ) volt szignifikáns hatása (4. táblázat). Sem az év, sem a csapadékmennyiség, sem a csapadékintenzitás, sem a parcella hatása, sem pedig ezek interakcióinak hatása nem volt szignifikáns. A kémelő művelésű parcellákon a lefolyás gyakorisága 30,8%, a hagyományos művelésű parcellákon ezzel szemben a lefolyás gyakorisága 74%.

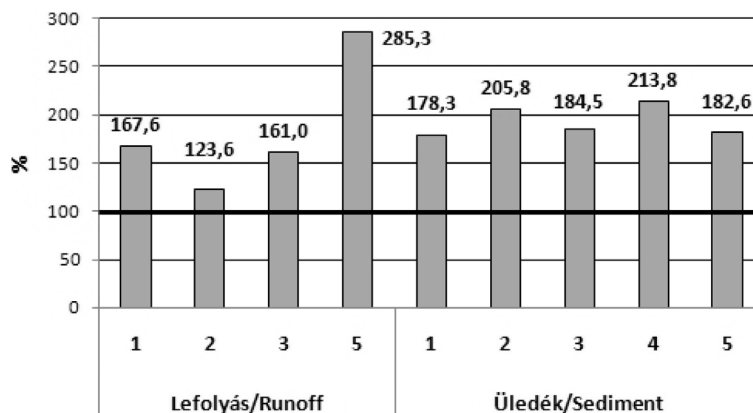
Következő lépésként megnéztük, hogy ott, ahol volt lefolyás, mitől függött a távozó víz, a lemosódó talaj mennyisége. A lefolyásra csak a csapadék mennyisége ( $F_{1,50} = 8,72$ ,  $P = 0,005$ ) és intenzitása hatott szignifikánsan ( $F_{1,50} = 22,16$ ,  $P < 0,0001$ ). A csapadék mennyiségének és intenzitásának növekedésével nő

3. táblázat. A lefolyás és az üledék tápanyag-koncentráció adatai Szentgyörgyváron (2004–2006)

| Év              | Művelés      | Lefolyás |       |       |       |          |         | Üledék |           |         |       |  |  |
|-----------------|--------------|----------|-------|-------|-------|----------|---------|--------|-----------|---------|-------|--|--|
|                 |              | TOC      |       | N     | P     | K        | TOC     | N      | Vízold. P | P       | K     |  |  |
|                 |              | mg/l     | mg/l  | mg/l  | mg/l  | mg/l     | mg/kg   | mg/kg  | mg/kg     | mg/kg   | mg/kg |  |  |
| 2004            | C            | 8,74     | 8,68  | 0,81  | 4,99  | 8 899,0  | 1 130,7 | 15,3   | 584,5     | 1 742,4 |       |  |  |
|                 | M            | 5,39     | 19,99 | 0,73  | 7,71  | 39 736,7 | 6 677,7 | 80,0   | 1 692,7   | 5 196,6 |       |  |  |
|                 | M a C %-ában | 61,7     | 230,3 | 89,8  | 154,5 | 446,5    | 590,6   | 521,5  | 289,6     | 298,3   |       |  |  |
| 2005            | C            | 7,24     | 6,50  | 0,24  | 7,60  | 17 825,0 | 2 113,8 | 18,2   | 595,6     | 2 946,4 |       |  |  |
|                 | M            | 14,37    | 5,89  | 0,23  | 17,51 | 24 902,6 | 3 504,4 | 29,1   | 889,5     | 4 450,7 |       |  |  |
|                 | M a C %-ában | 198,5    | 90,7  | 98,6  | 230,4 | 139,7    | 165,8   | 160,5  | 149,4     | 151,1   |       |  |  |
| 2006            | C            | 11,21    | 9,11  | 0,15  | 5,66  | 14 142,8 | 1 518,0 | 17,0   | 552,5     | 2 191,0 |       |  |  |
|                 | M            | 18,15    | 12,63 | 0,45  | 13,46 | 20 705,7 | 2 361,4 | 31,5   | 835,5     | 3 043,4 |       |  |  |
|                 | M a C %-ában | 161,9    | 138,6 | 296,0 | 237,8 | 146,4    | 155,6   | 185,4  | 151,2     | 138,9   |       |  |  |
| 2004–2006 átlag | C            | 22,79    | 7,39  | 0,22  | 6,93  | 15 519,4 | 1 743,0 | 17,4   | 569,1     | 2 476,4 |       |  |  |
|                 | M            | 38,19    | 7,61  | 0,29  | 16,47 | 23 055,6 | 2 988,6 | 31,1   | 874,7     | 3 769,1 |       |  |  |
|                 | M a C %-ában | 167,6    | 123,6 | 161,0 | 285,3 | 178,3    | 205,8   | 213,8  | 184,5     | 182,6   |       |  |  |

a lefolyás mennyisége is (6., 7. ábra). Sem a művelés ( $F_{1,49}=3,32$ ,  $P=0,075$ ), sem a parcella ( $Z=0,19$ ,  $P=0,425$ ), sem az interakciók (csapadékmenyiség\*művelés ( $F_{1,48}=2,84$ ,  $P=0,098$ ), csapadékintenzitás\*művelés ( $F_{1,48}=0,89$ ,  $P=0,351$ )) nem hatottak szignifikánsan. A lefolyással korrigált talajvesztésre a csapadékintenzitása hatott szignifikánsan ( $F_{1,48}=11,50$ ,  $P=0,0014$ ). Az intenzitás növekedésével arányosan nő a lepusztult talaj mennyisége is (8. ábra). A művelés ( $F_{1,47}=2,20$ ,  $P=0,144$ ), a csapadékmenyiség ( $F_{1,47}=1,91$ ,  $P=0,174$ ) és az interakciók (csapadékmenyiség\*művelés ( $F_{1,45}=1,34$ ,  $P=0,253$ ), csapadékintenzitás\*művelés ( $F_{1,46}=1,32$ ,  $P=0,257$ )) hatása nem volt szignifikáns.

A lefolyásban mért nitrogén koncentrációjára a csapadékmenyiség hatott szignifikánsan ( $F_{1,51}=6,37$ ,  $P=0,015$ ). A csapadék mennyiségének növekedésével csökkent a koncentrációja. A nagy mennyiségben lefutó víz ugyanakkora felületen érintkezik a talajfelszínnel, mint a kisebb mennyiségben lefutó (egyenletes eloszlást feltételezve), így a kioldott tápanyagok a nagyobb mennyiségű vízben felhígulnak. A csapadékmenyiség növekedésével (főként, ha nagy intenzitású csapadékeménnyről van szó) csökken a származványok lefolyást



5. ábra. A kémélő művelésű parcellák lefolyás és talaj tápanyag-koncentráció átlagadatai a hagyományos művelésű parcellák adatainak %-ában kifejezve (2004–2006). – 1 = TOC (összes szerves szén); 2 = nitrogén; 3 = foszfor; 4 = vízoldható foszfor; 5 = kálium

Average TOC and nutrient concentrations of runoff and sediment of conservation plots in % of the conventional plots' data (2004–2006). – 1 = TOC (total organic carbon); 2 = nitrogen; 3 = phosphorus; 4 = available phosphorus; 5 = potassium

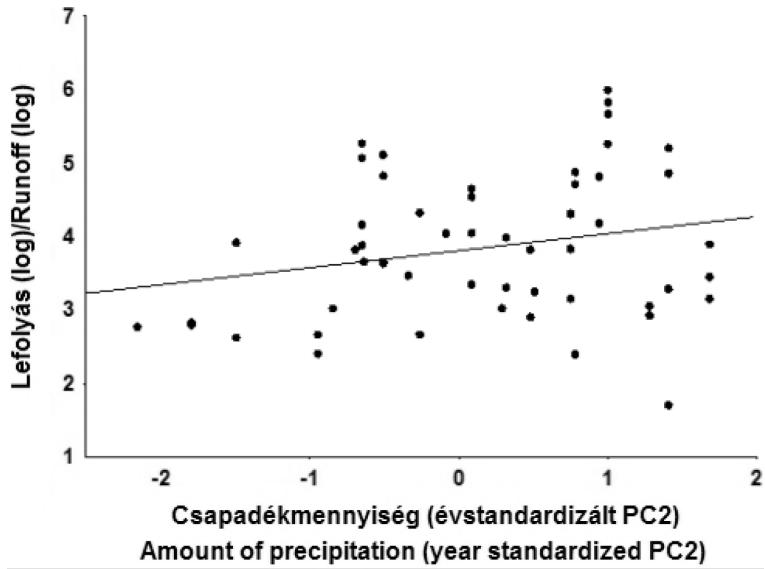
4. táblázat. A lefolyás az év, a művelés, a csapadékmennyiség, a csapadékkintenzitás és a parcella függvényében; általánosított lineáris kevert modellek

| Mutató                            | Lefolyás | df1 | df2 |
|-----------------------------------|----------|-----|-----|
| Év (F)                            | 1.74     | 2   | 98  |
| Művelés (F)                       | ***17.40 | 1   | 100 |
| Csapadékkintenzitás (F)           | 1.45     | 1   | 99  |
| Csapadékmennyiség (F)             | 3.58     | 1   | 99  |
| Parcella (Z)                      | 0.79     | –   | –   |
| Év x Művelés (F)                  | 1.12     | 2   | 96  |
| Csapadékkintenzitás x Év (F)      | 1.92     | 2   | 95  |
| Csapadékmennyiség x Év (F)        | 1.07     | 2   | 95  |
| Csapadékkintenzitás x Művelés (F) | 0.01     | 1   | 98  |
| Csapadékmennyiség x Művelés (F)   | 2.18     | 1   | 98  |

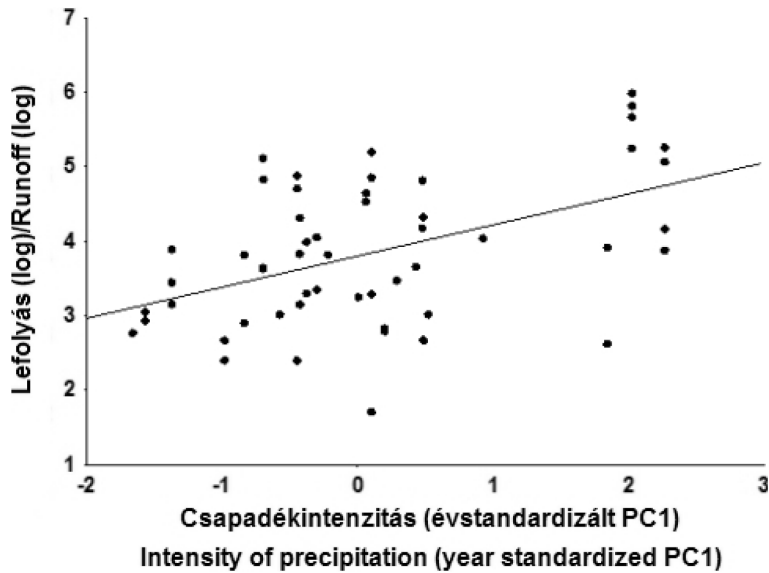
\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$

Az F értékek, ill. zárójelben a szabadsági fokok szerepelnek (df1 – F tesztben a számláló szabadsági foka; df2 – F tesztben a nevező szabadsági foka)

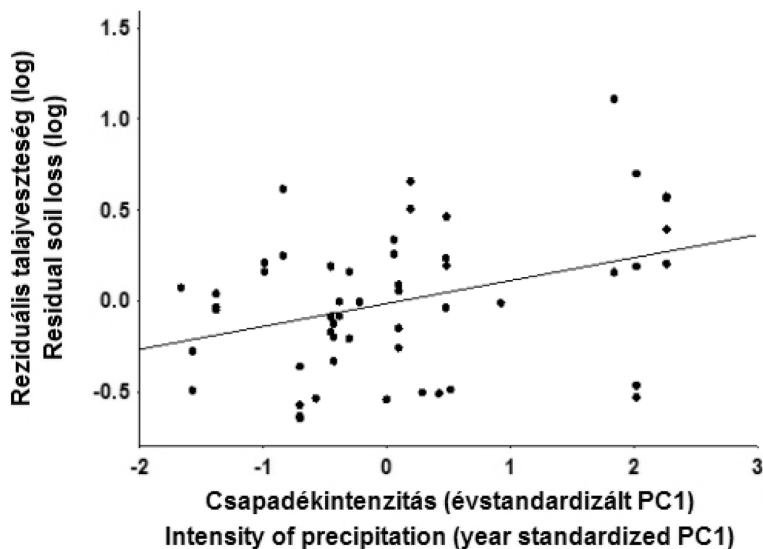
gátló hatása, a lefolyás sebessége nő, így a kioldódáshoz kevesebb idő áll rendelkezésre. A művelés ( $F_{1,50}=3,44$ ,  $P=0,069$ ), a csapadékkintenzitás ( $F_{1,50}=0,66$ ,  $P=0,423$ ), a parcella ( $Z=0,31$ ,  $P=0,378$ ) és az interakciók (csapadékmennyiség\*művelés ( $F_{1,49}=1,31$ ,  $P=0,258$ ), csapadékkintenzitás\*művelés ( $F_{1,48}=0,44$ ,  $P=0,51$ )) nem hatottak szignifikánsan.



6. ábra. A lefolyás a csapadékmennyiség függvényében  
Runoff in relation to amount of precipitation



7. ábra. A lefolyás a csapadék intenzitásának függvényében  
Runoff in relation to intensity of precipitation

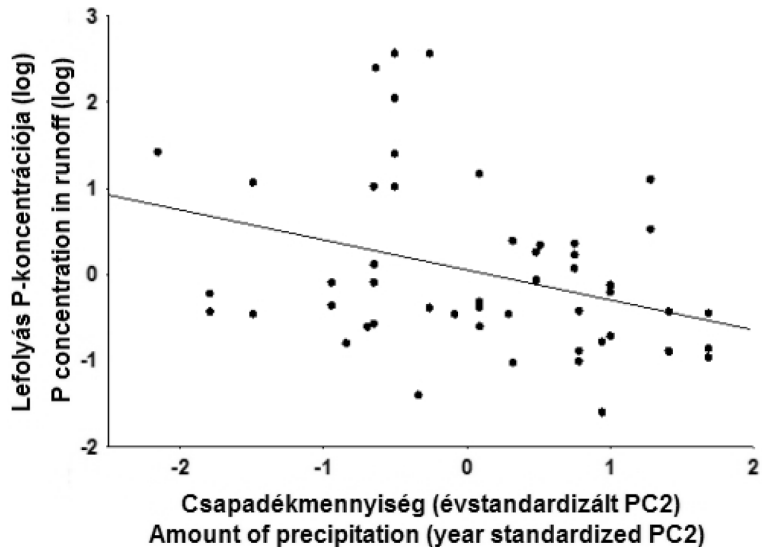


8. ábra. A talajpusztulás a csapadék intenzitásának függvényében  
Soil loss in relation to intensity of precipitation

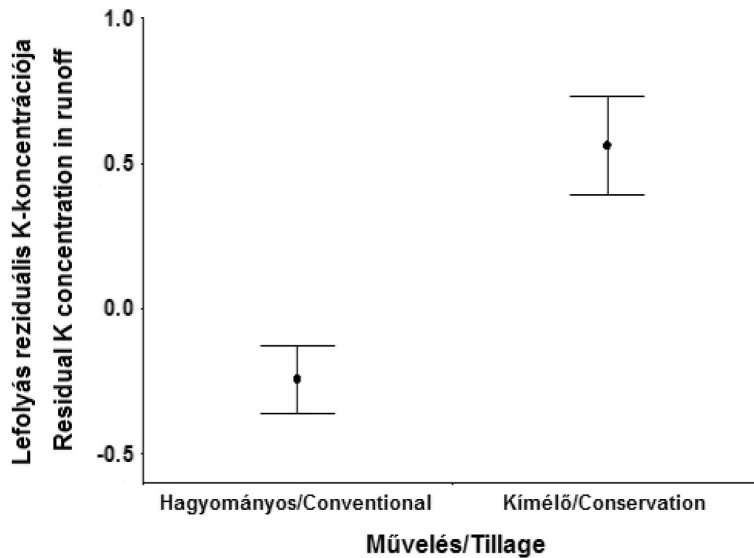
A lefolyásban mért foszfor koncentrációjára szintén a csapadékmennyiség hatott szignifikánsan ( $F_{1,49}=5,33, P=0,025$ ). A csapadék mennyiségének növekedésével csökkent a koncentrációja (9. ábra). Erre a lefolyás nitrogénkoncentrációjánál leírtak adnak magyarázatot. A művelés ( $F_{1,2,5}=0,94, P=0,417$ ), a csapadékintenzitás ( $F_{1,48}=3,98, P=0,052$ ), a parcella ( $Z=0,74, P=0,229$ ) és az interakciók (csapadékmennyiség\*művelés ( $F_{1,45,7}=1,16, P=0,286$ ), csapadékintenzitás\*művelés ( $F_{1,44,4}=0,00, P=0,952$ )) nem hatottak szignifikánsan.

A lefolyás kálium-koncentrációjára a művelés hatott szignifikánsan ( $F_{1,48}=8,54, P=0,005$ ). A kémelő művelésű parcellák lefolyásban mért kálium-koncentrációja magasabb, mint a hagyományos művelésű parcellákon (10. ábra). Ez annak köszönhető, hogy a kémelő műveléssel a kijuttatott kálium műtrágya a talaj felső 10 cm-es rétegében oszlik szét, így a felszínen, ill. a felső pár cm-es rétegben is több a kálium, mint a hagyományos művelés esetében, tehát több távozhat a lefolyással. További magyarázatot az adhat, hogy a tarlómaradvánnyal fedett talajfelszínen a szármaradványok apró gáttakat alkotnak, késleltetve ezzel a lefolyás megindulását. Mivel a víz tartózkodási ideje hosszabb, a kálium kioldódásához is több idő áll rendelkezésre. A hagyományos művelésű parcellákon nem kellett számolni a talajfelszín borító szármaradványok lefolyást gátló hatásával, így erősebb lefolyás során sem oldódott ki annyi kálium, mint a kémelő művelésű parcellákon. A csapadékmennyiség ( $F_{1,547}=3,07, P=0,086$ ), a csapadékintenzitás ( $F_{1,47}=1,33, P=0,255$ ),





9. ábra. A lefolyásban mért foszfor-koncentráció a csapadékmennyiség függvényében  
Phosphorus concentration in runoff in relation to amount of precipitation

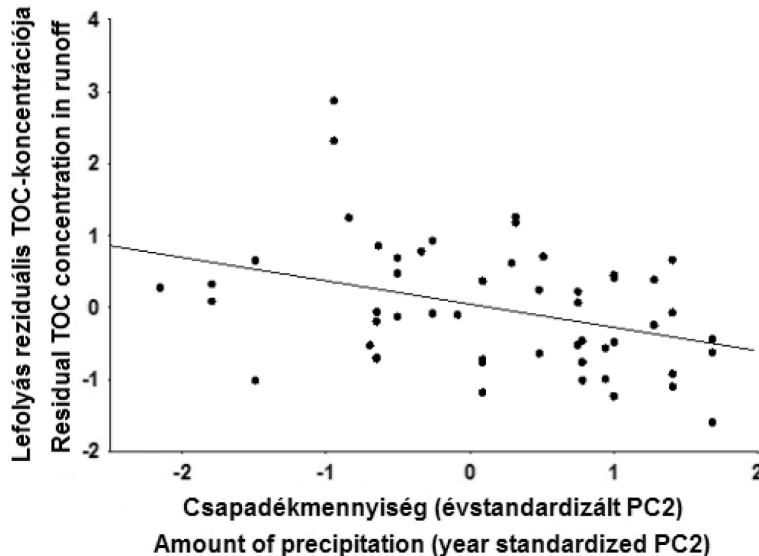


10. ábra. A lefolyásban mért kálium-koncentráció a művelés függvényében (átlag  $\pm$  SE)  
Potassium concentration in runoff in relation to tillage (mean  $\pm$  SE)

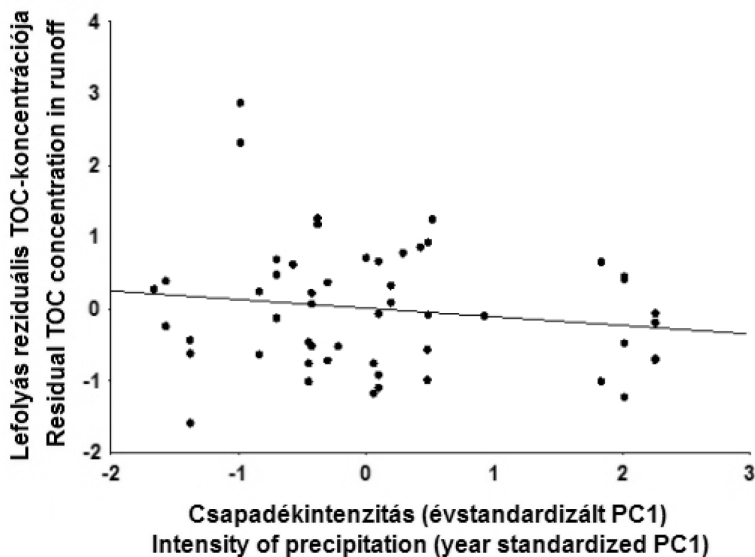
a parcella ( $Z=0,00$ ,  $P=1,00$ ) és az interakciók (csapadékmennyiség\*művelés ( $F_{1,46}=0,10$ ,  $P=0,754$ ), csapadék-intenzitás\*művelés ( $F_{1,46}=1,94$ ,  $P=0,17$ )) nem hatottak szignifikánsan.

A lefolyás TOC-koncentrációjára a csapadékmennyiség ( $F_{1,47}=5,79$ ,  $P=0,020$ ) és a csapadékintenzitás ( $F_{1,47}=5,42$ ,  $P=0,024$ ) hatott szignifikánsan. A csapadék mennyiségének, ill. intenzitásának növekedésével csökkent a koncentrációja (11., 12. ábra). Erre szintén a nitrogén-koncentrációjánál leírtak adnak magyarázatot. A művelés ( $F_{1,46}=2,14$ ,  $P=0,150$ ), a parcella ( $Z=0,08$ ,  $P=0,470$ ) és az interakciók (csapadékmennyiség\*művelés ( $F_{1,45}=0,05$ ,  $P=0,825$ ), csapadék-intenzitás\*művelés ( $F_{1,45}=3,63$ ,  $P=0,063$ )) nem hatottak szignifikánsan.

Az üledék egymással erősen korreláló tápanyag-koncentráció értékeire főkomponens analízist végeztünk. Az első főkomponens mindegyik tápanyag, ill. a szerves szén koncentrációjával is pozitívan korrelál. A kémelő művelésű parcellák lepusztult talajban mért tápanyag- és szerves szén-koncentrációja (PC1) sokkal magasabb volt, mint a hagyományos művelésű parcellákon ( $F_{1,49}=42,75$ ,  $P<0,0001$ ). Mivel a kijuttatott műtrágya mennyisége ugyanannyi volt, így csak a talajba történő bedolgozás módjában, a művelt rétegben való eloszlásában kereshetjük ennek magyarázatát. Míg a hagyományos módon, szántással művelt területen az őszelel kijuttatott alapműtrágya 25–30 cm-es mélységbe kerül, addig a kémelő módon, tárcsázással művelt területen a talaj felső 10 cm-es rétegében oszlik szét. A tavaszi fejtrágya mindkét parcellatípuson a felszínre kerül. Tehát összességében a kémelő művelésű parcellák



11. ábra. A lefolyásban mért TOC-koncentráció a csapadékmennyiség függvényében  
TOC concentration in runoff in relation to amount of precipitation



12. ábra. A lefolyásban mért TOC-koncentráció a csapadékintenzitás függvényében  
TOC concentration in runoff in relation to intensity of precipitation

felső talajrétege több tápanyagot tartalmaz, így a lepusztult talajjal is több távozzhat.

A csapadékmennyiség\*művelés interakció ( $F_{1,49}=8,18$ ,  $P=0,006$ ) hatása szignifikáns volt: míg a hagyományos művelésű parcellán a csapadékmennyiség növekedésével nőtt a lemosott üledék tápanyag-koncentrációja ( $F_{1,35}=4,86$ ,  $P=0,034$ ), addig a kímélő művelésű parcellán csökkent ( $F_{1,14}=6,58$ ,  $P=0,023$ ). A csapadékmennyiség ( $F_{1,49}=0,08$ ,  $P=0,772$ ), a csapadékintenzitás ( $F_{1,48}=0,26$ ,  $P=0,616$ ), a parcella ( $Z=4,95$ ,  $P=1,00$ ) és a csapadékintenzitás\*művelés interakció ( $F_{1,47}=2,84$ ,  $P=0,099$ ) nem hatott szignifikánsan.

### Következtetések

Összegezve a három éves kísérleti eredmények azt mutatják, hogy intenzív mezőgazdálkodási gyakorlatban is van lehetőség a talaj védelmére szintvonal menti sekély talajművelés alkalmazásával és a szármaradványok részbeni bedolgozása, részbeni felszínen hagyása mellett. Mind a talajerózió, mind pedig a tápanyagvesztés nagymértékben csökkenthető talajkímélő művelés alkalmazásával. Másodvetésű védőnövény alkalmazásával az erózió mértéke minden valószínűség szerint tovább csökkenthető. A talajkímélő művelés igazi jelentősége abban rejlik, hogy alkalmazásával nem csak csökkenthető a

talajerózió, hanem maga a lefolyás megindulása (a csapadékesemények nagy részénél) is megakadályozható.

A hazai szántókon a tolerálható talajvesztés felső határértéke – a Wischmeier–Smith-féle egyenlet alapján – egy 11–15 t/ha/év körüli érték között mozog. Óvatos becslések szerint a talajképződés üteme 1,5–2,5 t/ha/év. CENTERI Cs. (2002) ennek megfelelően átlagosan 2 t/ha/év-ben határozta meg a tolerálható talajvesztés ütemét. A hagyományos művelés esetén 4,26 t/ha volt az évi talajvesztés, tehát a talajpusztulás mértéke meghaladta a talajképződés ütemét. A kímélő művelésű parcellán 0,11 t/ha volt az évi átlagos talajvesztés, ezzel a műveléssel tehát biztosítható a hosszú távon fenntartható gazdálkodás.

Az Európai Unió Közös Agrárpolitikájának (CAP) reformját jelenti, hogy a termeléshez kötődő támogatások csökkenése mellett a hangsúly az agrár-környezeti és vidékfejlesztési kifizetésekre tevődik át. A támogatások mértéke a gazdálkodás rendszerétől, annak minőségi, biztonsági, környezeti és társadalmi teljesítményétől függ (ÁNGYÁN J. 2001, 2004). Növekszik tehát azon gazdálkodási formáknak a versenyképessége, amelyek kevesebb anyagot, energiát használnak fel, a környezetre kedvező hatással vannak és a biodiverzitás fenntartására törekszenek. A hazai Nemzeti Vidékfejlesztési Terv (NVT) támogatott intézkedései közé tartozik a szántóföldek vízerózió elleni védelme (Erózióvédelem célprogramok, Kiegészítő agrár-környezetgazdálkodási célprogram-csoport, Agrár-környezetgazdálkodási célprogramok) (FVM 2004). A támogatás célja a minimum 5%-os lejtőn fekvő szántóföldek talajeróziójának csökkentése, a talaj lemosódásának csökkentése, a talajminőség fenntartása, valamint a vízszennyezés csökkentése.

A program előírása őszi vetésű növények esetén a teljes nyári borítottság biztosítására, vagyis a tarlóápolásra terjed csak ki. A tavaszi vetésű növényeknél pedig a téli borítottság biztosítására, takarónövény vetésével. Hosszabb időtávú, több talajtípusra és több növényi kultúrára vonatkozó mérési adatok birtokában a talajkímélő művelés alkalmazása ajánlható lehetne az erózióvédelmi célprogramon belül.

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönetünket szeretnénk kifejezni az EU Life és a Syngenta projekttámogatásáért; Dr. Hegyi Gergelynek, az ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszéke munkatársának, a statisztikai számításokban nyújtott segítségével; valamint Csiszár Bélának és Benke Szabolcsnak a terepen nyújtott lelkiismeretes és áldozatos munkájukért.

## IRODALOM

- ÁNGYÁN J. 2001. Az európai agrármodell, a magyar útkeresés és a környezetgazdálkodás. – *A Falu*, 16. 4., pp. 11–28.
- ÁNGYÁN J. 2004. Agrár-környezetgazdálkodás és vidékfejlesztés az Európai Unióban és hazánkban. – A Magyar Országgyűlés Környezetvédelmi Bizottsága által „A természetközeli gazdálkodás” címmel rendezett nyílt napon, Budapesten, a Parlament Felsőházi Termében 2004. május 21-én elhangzott vitaindító előadás anyaga, 12 p.
- BIRKÁS M.–TIRCZKA I. 1992. Környezetkímélő talajművelés kis- és középméretű gazdaságokban. – *Műszaki Gazdasági Magazin*, 4. 10., pp. 1299–1320.
- CAMPBELL, H.W. 1907. Soil culture manual. – Milwaukee, Wisconsin. ((Ford. és átdolg. K. RUFFY P. 1909. „Okszerű talajművelés” címmel. – Pátria Nyomda, Budapest, 1909.
- CENTERI Cs. 2002. Az általános talajvesztesség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. – Doktori értekezés. SZIE, Gödöllő. 162 p.
- CSETE L.–LÁNG I. 2004. Agroökoszisztémák, regionalitás és biodiverzitás. – “Agro-21” Füzetek. Agroökológia – Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei 37., pp. 186–204.
- FVM 2004. 150/2004. (X. 12.) FVM rendelet a Nemzeti Vidékfejlesztési Terv alapján a központi költségvetés, valamint az Európai Mezőgazdasági Orientációs és Garancia Alap Garancia Részlege társfinanszírozásában megvalósuló agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének részletes szabályairól – Kiegészítő agrár-környezetgazdálkodási célprogramcsoport – Erózióvédelmi célprogramok (45. §)
- GODA L. 1966. A többnapos nagycsapadékok gyakorisága. – VITUKI, Budapest.
- JAKAB G. 2006. A vonalas erózió megjelenési formái és mérésének lehetőségei. – *Tájökológiai Lapok*, 4. évf. 1., pp. 17–33.
- JAKAB G.–SZALAI Z. 2005. Barnaföld erózióérzékenységének vizsgálata esőztetéssel a Tetvespatak vízgyűjtőjén. – *Tájökológiai Lapok*, 3. 1., pp. 177–189.
- KERTÉSZ, Á. 1995. Aridification in a region adjacent to the Mediterranean. Objectives and outline of a scientific programme. – MEDALUS Paper No. 65., King's College, London. 12 p.
- LÁSZLÓ L. 1997. Ismét a minimum tillage talajművelési rendszerről. – *Gyakorlati Agroforum*, 7. 9., pp. 54–55.
- MANNINGER G. A. 1957. A talaj sekély művelése. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 135 p.
- NYIRI L. (szerk.) 1993. Földműveléstan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest. 438 p.
- SAS Institute Inc. 1999. SAS System for Windows, Version 8.2. – Cary, NC, USA.
- STATSOFT 2000. Statistica 5.5. – Tulsa, Oklahoma.
- STEFANOVITS, P.–VÁRALLYAY, Gy. 1992. State and Management of Soil Erosion in Hungary. – Soil Erosion and Remediation Workshop, US – Central and Eastern European Agro-Environmental Program, Budapest, April 27 May 1. 1992, Proceedings, RISSAC, Budapest, pp. 79–95. – Cit. In: KERTÉSZ, Á. 2001. Land Degradation in Hungary. – In: BRIDGES, E.M.–HANNAM, I.D.–OLDEMAN, L.R.–PENNING DE VRIES, F.W.T.–SCHERR, S.J.–SOMBATPANIT, S. (eds.): Response to Land Degradation. – Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, Calcutta. pp. 140–148.
- SZŰCS, P.–CSEPINSZKY, B.–SISÁK, I.–JAKAB, G. 2006. Rainfall simulation in wheat culture at harvest. – *Cereal Research Communications* 34. 1., pp. 81–84.