

## A HAGYOMÁNYOS ÉS A KÍMÉLŐ TALAJMŰVELÉS HATÁSA A TALAJerÓZIÓRA ÉS AZ ÉLŐVILÁGRA

BÁDONYI KRISZTINA

MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Természetföldrajzi Osztály  
1112 Budapest, Budaörsi út 45., e-mail: Bad8379@iif.hu

**Kulcsszavak:** hagyományos talajművelés, kémélő talajművelés, talajerózió, földigiliszták, madarak

**Összefoglalás:** A talajkímélő talajművelés olyan alapozó tevékenység, amely a talajerózió és defláció elleni védelmét, a talajszerkezet és -nedvesség megőrzését, a talaj szervesanyag tartalmának növelését, a talajélet védelmét célozza meg. E tanulmány áttekintést nyújt a kémélő talajművelési irányzat kialakulásáról, fejlődéséről, előzményeiről, elterjedésének gátjairól és környezeti előnyeiről. A mezőgazdasági művelés alatt álló területeken az intenzív talajművelés igen súlyos talajerózióhoz és a biodiverzitás csökkenéséhez vezethet. A talajerózió és a különböző művelési rendszerek összefüggéseit vizsgáló irodalomban fellelhető mérési eredmények alapján elmondható, hogy a kémélő művelés világszerte hozzájárult a talajerózió csökkenéséhez. A talajművelés szempontjából az egyik legjelentősebb indikátor csoportot a földigiliszták alkotják a jó talajállapotot jelző szerepük miatt. Hasonlóan, a madarak az egészséges mezőgazdasági táj bioindikátorai. Így a fajok számának és/vagy a fajon belüli egyedek számának csökkenése a talaj, illetve a táj degradálódásának jele. A hagyományos és a kémélő talajművelési rendszer földigilisztákra és madarakra gyakorolt hatásáról született irodalom is egységesen a kémélő művelés előnyeit mutatja be ezen állatcsoportokra.

### Bevezetés

A talaj, mint a növényzet egyik alapvető élettere, a legfontosabb természeti erőforrások közé tartozik, melynek védelme különösen fontos Magyarországon, mivel az ország területének 48,5%-án folyik szántóföldi művelés. A mezőgazdasági művelés alatt álló területeken az intenzív talajművelés igen súlyos talajerózióhoz, talajtömörödéshez, a biodiverzitás csökkenéséhez, valamint a bemosódott növényvédőszer által a felszíni, felszín alatti vizek szennyeződéséhez vezethet. Magyarországon mindkét esetben az első jelenti a legkomolyabb problémát. A szántóföldi művelés alatt álló területek több mint egy harmada (2,3 millió ha), az ország összterületének mintegy egy negyede erodálódott valamilyen mértékig: 8,5% erősen, 13,6% közepesen és 13,2% gyengén. Az ország területének 53,5%-a, a teljes mezőgazdasági és erdőgazdasági területnek 59,6%-a veszélyeztetett a talajdegradáció által (STEFANOVITS és VÁRALLYAY 1992).

Az agroökoszisztémák részeként a mezőgazdasági területek olyan természeti erőforrások, a természeti környezetnek emberi szükségleteket kielégítő részei, amelyek észszerű működés mellett megújíthatók (CSETE és LÁNG 2004). Az agroökoszisztémák „szolgáltatásai” között az élelmiszertermelést, a CO<sub>2</sub> elnyelést, az oxigén-kibocsátást, a tájképi értéket, az élővilág sokszínűségéhez való hozzájárulást kell figyelembe venni. Jövőbeni alakulásukban a fenntartható gazdálkodási rendszerek, illetve a fenntartható precíziós gazdálkodási rendszerek jelenthetik a megoldást, mert ezek költséghatékonyak, víztakarékosak, s így a felmelegedés, szárazság, időjárási anomáliák körülményei között is esélyt jelentenek. Ilyen fenntartható gazdálkodási forma a talajkímélő művelés, melynek fő előnye a talajerózió és defláció elleni védelem, a talajszerkezet és -nedvesség megőrzése, a talaj szervesanyag tartalmának növelése vagy szinten tartása a talajélet védelme.

### Hagyományos és kímélő talajművelés kialakulása

A mélyszántás az 1880-as években terjedt el a gőzeke bevezetésével. A kezdeti sikerek után 70–75 évvel azonban nyilvánvalóvá váltak a mélyszántás káros hatásai is, úgymint a rendszeres művelésből adódó talajszerkezet károsodás, tömörödés, szervesanyag csökkenés, fokozott erodálhatóság. A környezetkímélő mezőgazdaság célja, hogy megőrizze, javítsa a természeti erőforrások állapotát, és hatékonyabbá tegye használatukat, ezzel biztosítva a környezet védelmét és a fenntartható növénytermesztést. A talajvédelem és a növénytermesztés között műveléssel kialakítható és fenntartható harmónia olyan takarékos és kímélő módszerekkel, amelyek hosszabb időszak alatt sem növelik a gazdálkodás kockázatát (BIRKÁS 2003a). Legfontosabb ismérve, hogy a talaj felszíne szerves anyaggal (élő köztes védőnövényvel vagy holt tarlóval) takart, amely megvédi a talajt a kiszáradástól, a szél- és vízeróziótól, továbbá táplálékot biztosít a talajlakó élőlényeknek, amelyek így szinte átveszik a szántás feladatát és kialakítják a kedvező tápanyag-egyensúlyt. Mivel a talajművelés és kifejezetten a szántás ezt a folyamatot megszakítja, illetve megzavarja, ezért a környezetkímélő mezőgazdaságban a „zero vagy no tillage” direktvetéssel kombinálva és a minimális talajművelés (szántás, illetve forgatás nélküli, általában tárcsás vagy kultivátoros művelés) az elfogadott művelési mód.

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 1907). A minimális művelés irányzata a műveletek csökkentését, összevonását (gépek kombinálása útján) vagy elhagyását tűzte ki célul (BIRKÁS és TIRCZKA 1992, LÁSZLÓ 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.

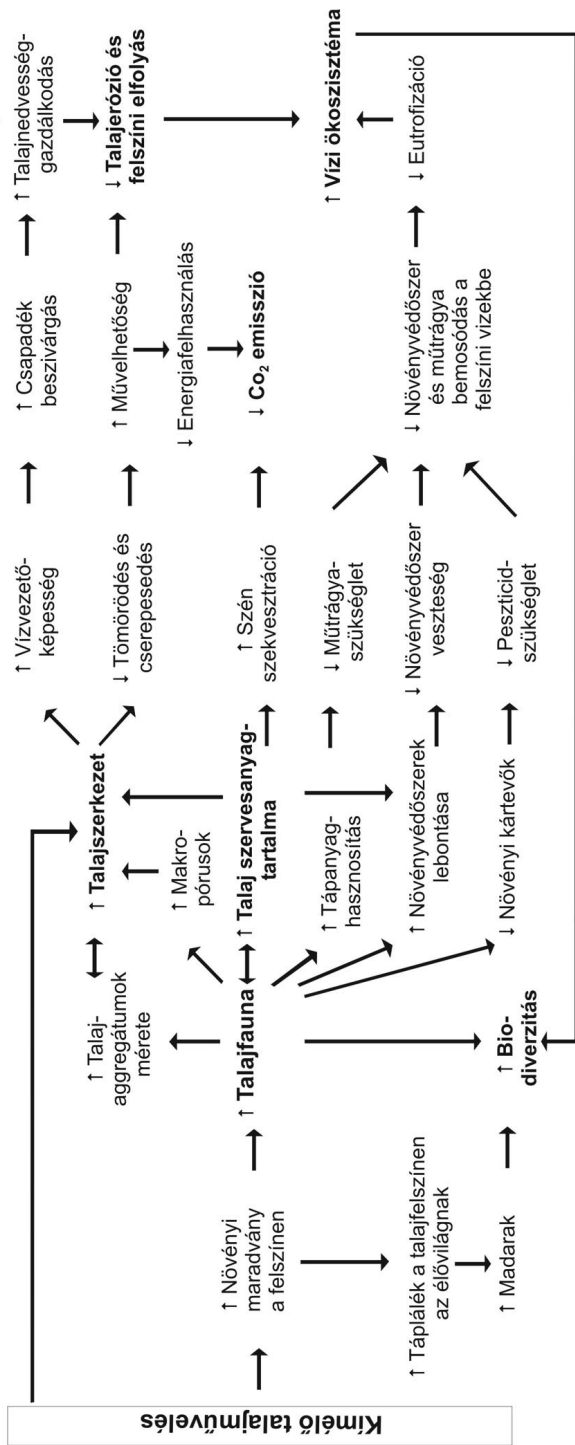
Manninger G. Adolf az 1910-es évektől kezdődően folytatott kísérleteket az ország különböző pontjain. A talajéletet szabályozó talajművelés módszerét kutatta. A szántás helyett olyan felületi talajművelés bevezetését szorgalmazta, amely csapadékszegény időszakban a szántó anyagcsere forgalmát nem károsítja, távol tartja a gyomokat, és amellyel a talaj nedvességtartalma megőrizhető. Ezen célból kultivátort és tárcsát alkalmazott. Mindig állította azonban, hogy a sekély művelés egyedül nem elég, csak alapja a szakszerű, megfelelő időben végzett talajművelésnek, mellette és vele együtt ésszerűen a mélyművelést is alkalmazni kell, továbbá rendkívül fontos a jó vetésforgó, valamint a műtrágyázással kiegészített szervestrágyázás (MANNINGER 1957). A talaj „beéredettségének” megrontója legtöbb esetben az ember, amikor azt helytelen időben, helytelen műveléssel tönkreteszi. Azon a véleményen volt, hogy a jó, morzsás talajszerkezet, amely eső hatására nem mállik el, nem esik szét, a mikroorganizmusok tevékenységének köszönhető. Éppen ezért a műveléssel a lehető legkevésbé szabad károsítani a talajéletet, illetve annak regenerálódását minden eszközzel elő kell segíteni.

A forgatásos műveléssel felhozott, szerves anyagban és mikroorganizmusokban szegény talajnak a gazdag feltalajjal való keverése nem vezet jóra. Legfőképpen az őszi

mélyszántást kell kerülni. A fagy repesztő hatására ugyan por finomságúra eshet szét a talaj, azonban az első esőre megtömődik, kérget képez, és a talajélet sem indul be. Így nagyobb a víz- és szélerózió általi veszélyeztetettség is. Az alatta lévő, az eke által összetömörített talajban pedig megáll a vízforgalom és a gyökérnövekedés. Ezt az üledett, tömörödött eketalpréteget altalajlazítóval kell feltörni, hogy a levegőtlen talajba utat találhassanak a gyökerek és a csapadék. Az ilyen talaj többletmunkát és kevesebb termést jelent. Tehát arra kell törekedni, hogy a művelt rétegben a talaj „beéredett” állapotban menjen a télbe, amelyet úgy lehet elérni, ha a késői talajművelést kiiktatjuk (MANNINGER 1957). Szintvonalak irányában végzett műveléssel, „beéredett” talajon pedig még lejtős területen sem tapasztalható talajerózió.

Ha az aratással egyidejűleg sekély művelést, tarlóbuktatást végzünk tárcsával, majd (száraz idő esetén) hengerrel, a felső talajréteget meglazítjuk, a fellazított talajt a szárazság miatt kialakult repedésekbe simítjuk, illetve tömörítjük. Az így művelt tarló az első esőre egyenletesen ázik be, tehát a talajélet azonnal megindulhat. A tömörített rétegben a vízpárákban dús, kiáramló levegőből a víz mint talajharmat lecsapódik, ebből a forrásból is nyerhet a kiszikkadt feltalaj nedvességet (MANNINGER 1957). További előnye ennek az eljárásnak, hogy ezáltal megakadályozzuk a talajnedvesség elpárolgását, és takarót biztosítunk a nap melegítő és mikroorganizmusokat pusztító hatása ellen (KREYBIG 1952), valamint sok kártevő elszaporodását is meggátolhatjuk. A tarlómaradványok egy része mint talajvédő a talaj felszínén marad, ezáltal védik a talajt az eróziós hatásoktól. A másodvetésű, talajlazító vagy köztes védőnövény termesztésével változatosabbá tehető a kevés főnövényre alapozott vetésváltás (pl. a hagyományos kímélő művelés a kedvezőtlen elővetemény hatást is enyhíti), fenntartható a lazító műveléssel kialakított kedvező talajszerkezet, víz-, levegő- és hőgazdálkodás, javul a talaj művelhetősége (BIRKÁS 2002). A másodvetésű védőnövényvel (pl. repce) kettős célt érhetünk el: a gyökérterméssel tartós humuszt, a betárcsázott levéltömeggel pedig földdel kevert szerves takarót kapunk, amely alatt fokozódik a talaj beérése, mivel a mikroorganizmusok számára bőven van táplálék, és amely réteg védelmet nyújt a víz- és szélerózió ellen is.

A minimális talajművelés 15–20 évvel később továbbfejlesztett irányzata a *környezetkímélő talajművelés* vagy *talajkímélő talajművelés* (conservation tillage), amelyben a tarlómaradványok legalább 30%-a vetés után a felszínen marad. További jellemzői az erózió és defláció elleni védelem, a talajszerkezet és -nedvesség megóvása, a talajhordképesség javítása, a szervesanyag-tartalom növelése, a talajélet aktivizálása és védelme, valamint az energia- és költségtakarékosság (1. ábra). Az irányzat megjelenésekor alkalmazását elsősorban a szántóföldi munkák költségeinek csökkentése motiválta azonos terméshozam mellett (JÓRI és SOÓS 1988). Az 1970-es évekbeli energiaválság is előtérbe hozta az energiatakarékosabb művelési módok kidolgozását és alkalmazását (BOCZ 1992). Az amerikai gyakorlattól némileg eltér a nyugat-európai: itt tágabban értelmezik a talajkímélő talajművelést, a forgatás nélküli művelés nagy részét (pl. nehéz kultivátoros, lazításos, egy menetben művelő és vető gépkombinációval végzett művelés) is ebbe a kategóriába sorolják. Magyarországon a '70-es években jelenik meg az irányzat, a magyar gyakorlat a nyugat-európaihoz igazodott. A későbbiekben, a '90-es években jelent meg a fenntartható mezőgazdasági rendszerek terjedésével a talajállapot megóvásának és javításának igénye. Ekkortól beszélünk *környezetkímélő mezőgazdaságról*, amely nem csak a talajkímélő művelést foglalja magába, hanem kiterjed a növénytermesztés minden területére, így a tápanyagvisszapótlásra, növényvédelemre, továbbá a biodiveritás megőrzésére is.



1. ábra Kímélő talajművelés kedvező hatása a környezetre (Jóri és Soós 1988)  
 Figure 1. Environmental benefits of conservation tillage (Jóri and Soós 1988)

A világon ma mintegy 45 millió hektáron folyik környezetkímélő mezőgazdálkodás, elsősorban Észak- és Dél-Amerikában (USA, Kanada, Argentína, Brazília), valamint Ausztráliában (HOLLAND 2004). Európában lassabban terjed alkalmazása, mint a világ többi részén (1. táblázat). Ennek egyik oka az, hogy a gazdák részére kevés gyakorlati információ áll rendelkezésre e művelési mód környezeti előnyeiről, valamint magáról a technológiáról, illetve hiányzik a tapasztalat. Másik oka a gazdákra gyakorolt kis nyomás a költségek racionalizálására, mivel a terület alapú támogatások által is jelentős bevételekhez jutnak (GARCÍA-TORRES et al. 2005). További ok a gazdák előítélete a környezetkímélő gazdálkodással kapcsolatban (szántás nélkül nincs növénytermesztés; csak a nagy, gépesített farmokon alkalmazható; a felszínen maradó tarlónak köszönhetően növekszik a betegségek megjelenésének veszélye; csak gabonafélék termesztésére alkalmas; csak bizonyos éghajlat és talajtípus esetén alkalmazható), ami szintén nehezíti a terjedését.

1. táblázat A környezetkímélő mezőgazdaság és a direktvetés területi elterjedésének becslése Európa különböző országaiban (Forrás: ECAF 2005)

Table 1. Estimation of surface under conservation agriculture and direct drilling in different European countries (Source: ECAF 2005)

	Környezetkímélő mezőgazdasági terület (ha)	A mezőgazdasági terület %-ában	Direkt vetésű terület (ha)	A mezőgazdasági terület %-ában
Svájc	120 000	40%	9 000	3%
Nagy-Britannia	1 440 000	30%	24 000	1%
Németország	2 375 000	20%	354 150	3%
Franciaország	3 000 000	17%	150 000	0,3%
Spanyolország	2 000 000	14%	300 000	2%
Magyarország	500 000	10%	8 000	0%
Belgium	140 000	10%		
Szlovákia	140 000	10%	10 000	1%
Dánia	230 000	8%		
Olaszország	560 000	6%	80 000	1%
Írország	10 000	4%	100	0,3%
Portugália	39 000	1,3%	25 000	0,8%
<b>Összesen</b>	<b>10 054 000</b>		<b>960 250</b>	

Magyarországon a talajművelés fejlesztését, a talaj védelmére kidolgozott új módszerek elfogadását, elterjedését mindenkor erősen befolyásolták a hagyományok. E módszerek megismerése és alkalmazása helyett a gazdálkodók inkább ragaszkodtak a megszokotthoz, így még ma is elutasítják az ekétől eltérő eszközöket, a javító lazítást, az al-talajlazítást, a kultivátoros művelést (BIRKÁS 2002). A talajkímélő művelés elterjedését hátráltató tényezők között – az előző bekezdésben leírtak mellett – fel kell sorolni a kezdeti nagy gépberuházási költségeket és a nagyobb szakmai igényesség megkövetelését (TITKOS 1996, NYÁRÁDI 1999). Elterjedésének kezdete a '80-as évek végére tehető, amikor az aszályos évek művelési problémái miatt előtérbe került a talajnedvesség megőrzésének igénye (BIRKÁS 1992). Országosan 30–40%-ra tehető a kukorica utáni őszi búza vetése, amikor már gyakran nagyon rövid agrotechnikai idő áll rendelkezésre. E műve-

lési móddal lehetőség nyílik az őszi munkák meggyorsítására, leegyszerűsítésére, ami szintén hozzájárul a gazdák szemléletváltásához (DEMES 1996). A '90-es évek végén végzett felmérés szerint hazánk szántóterületének 50%-án hagyományos, 25%-án talajkímélő (beleértve a részleges és átmeneti talajkímélő művelésű területeket is), további 25%-án pedig kényszertakarékos művelés folyik (BIRKÁS 2003b). Az ECAF (European Conservation Agriculture Federation – Európai Talajkímélő Mezőgazdasági Szövetség) becslése szerint a talajkímélő művelésű, illetve direktvetéses mezőgazdasági területek aránya csak 10% (ECAF 2005). A 21. században a talajművelés fejlődését azonban több tényező is előmozdítja. Ezek között kell említeni az energia- és költségfelhasználás csökkentését, a kedvezőtlen termőhelyi adottságok káros hatásainak enyhítését, a gépválaszték bővülését – a '90-es évek előtt ugyanis nem álltak rendelkezésre megfelelő gépi eszközök (BIRKÁS 2000) –, a talaj- és környezetvédelem szempontjainak előtérbe kerülését, az EU megváltozott agrárpolitikáját.

### **A művelés hatása a talajra és a talajerózióra**

A talajt feltételesen megújuló természeti erőforrásnak tekintjük, azaz csak állandó, aktív tevékenységgel (érszerű földhasználat, tápanyag-utánpótlás, erózió elleni védelem, gyomirtás, öntözés, vízrendezés stb.) lehet termékenységét megőrizni és fokozni (PAPP 2001). A művelés során – többnyire hosszabb időszak alatt, vagy akár egy idényben – az egyoldalú talajhasználatnak, a sokmenetes művelésnek, a talaj gyakori mozgatásának, a szakértelem vagy a megfelelő művelőeszköz hiányának, a kedvezőtlen időjárási viszonyoknak köszönhetően talajdegradációs folyamatok lépnek fel. E folyamatok egyike a talaj fizikai degradációja, amely magába foglalja a művelési és taposási kár eredetű tömörödést, rögződést és porosodást (BIRKÁS 2001).

A tömörödés hatására romlik a talaj víz- és levegőátjárhatósága, csökken a hasznos biológiai tevékenység, lassul a talómaradványok, tápanyagok feltáródása, a növények tápanyag- és vízfelvétele, csökken a növények kórokozókkal, gyomokkal szembeni ellenálló képessége, romlik a művelhetőség, növekszik a művelés energiaigénye, továbbá az erózió veszélye is fokozottabb. A tömörödés a több éven keresztül azonos mélységben végzett, többnyire szántásos vagy tárcsás művelés, illetve a nedves talajon való járás következménye. Ilyen, úgynevezett eketalpréteg a talajszelvényben akár két-három rétegben is kialakulhat.

A nedves talaj művelése a talaj „kenését, gyúrását, szalonnás állapotúvá” válását váltja ki, míg a száraz, tömörödött talaj alkalmatlan eszközzel való művelése rögződést okoz (BIRKÁS 2001). A nedves állapotban művelt, elkent talajok kiszáradás után csak károsítással művelhetők. A hosszú időn keresztül folytatott mechanikai beavatkozások következtében a talaj porosodik. Az elporosított szerkezetű talaj az eső hatására eliszapolódik, elfolyósodik, mélyebbre mosódva eltömíti a pórusokat, kiszáradva pedig a felszínen cserepesedik. A cserepesedés a vízálló talajaggregátumok hiányát, a talajszerkezet leromlását mutatja. Az ilyen talajt magány készítése céljából újból művelni kell, és így szinte megállíthatatlan a degradációs folyamat.

A fenntartható mezőgazdaság egyik fontos feladata a tömörödés megelőzése, illetve ha már kialakult, megszüntetése. A megelőzés érdekében célszerű a művelési menetszámot csökkenteni, azok kombinálásával, illetve a nem feltétlenül szükséges műveletek

elhagyásával, valamint alkalomszerűen, a talajállapottól függően középmező-, illetve mélylazítást végezni. A talaj megfelelő lazultságát természetes úton talajlazító növények vetéscseréjében való termesztésével érhetjük el. Kerülni kell továbbá a nedves talajon való járást, és talajkímélő járószerkezetek alkalmazására kell törekedni. A tömörödés megszüntetése a tömör réteg lazításával lehetséges (BIRKÁS 2002). A nyári szakszerű tarlókezelés (tarlólántás + hengerrel való lezárás), amely száraz időszakban a további nedvességvesztést csökkenti, egyúttal a rögződést is redukálja. A nyári szántást a talaj kiszáradásának elkerülése miatt mellőzni kell. A biológiai tevékenység fokozására és a talaj hordképességének növelésére célszerű a tarlómaradványokat visszaforgatni a talajba. A talaj szervesanyag-mérlegének javításával tovább csökken a rögződés esélye.

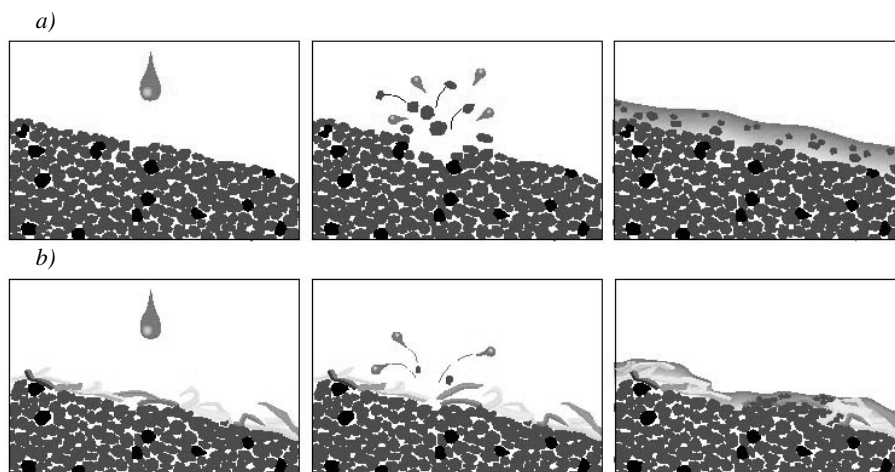
A talaj fizikai leromlása mellett a másik degradációs folyamat a szél és víz által okozott talajpusztulás. A talaj le-, illetve elhordását közvetlenül kiváltó tényezők mellett (csapadék formája, mennyisége, intenzitása, tartama, szél sebessége, örvénylése, a lejtő hosszúsága, meredeksége, alakja, kitettsége) fontosak a befolyásoló tényezők (a talaj nedvességi állapota, szerkezete, szervesanyag-tartalma, a felszín érdessége, a növényborítottság stb.), ez utóbbiak közül pedig különösen a talajhasználat módja, a talajművelés.

Az eróziós és deflációs talajpusztulás elleni küzdelem eszközei az agronómiai és műszaki módszerek. (BIRKÁS 2001) Ezek a lejtős területen:

- 1) a szintvonalakkal párhuzamos művelés,
- 2) a tömörödés kialakulásának megakadályozása, illetve a tömör rétegek fellazítása,
- 3) a talaj szervesanyag-készletének megőrzése, illetve szinten tartása,
- 4) a talajfelszín borítása tarlómaradvánnyal (2. ábra),
- 5) a fedetlen időszak csökkentése másodvetésű, köztes védőnövényvel,
- 6) megfelelő művelőeszköz használata megfelelő időben.

A különböző művelési módok erózióveszély szempontjából való értékelésével számos kutató foglalkozik világszerte. SHIPITALO és EDWARDS (1998) négy évig vizsgálta két Ohio állambeli vízgyűjtőt, ahol monokultúrában kukoricát termesztettek. Az átlagos évi 1062 mm csapadékból a szántás nélkül művelt vízgyűjtőn 2,2 mm folyt el, míg a hagyományos módon művelt vízgyűjtőn ennek 81-szerese (178,1 mm). A talajvesztés is hasonlóan alakult: az előbbi területen 7 kg/ha/év, az utóbbin 5335 kg/ha/év talaj pusztult le. Németországi kísérletek igazolják, hogy a kémelő művelésű parcellákon a beszivárgás nagyobb volt, mint a hagyományos művelés esetén (WAHL et al. 2004), ami részben a megnövekedett földigiliszta-aktivitás eredményének is köszönhető (TEBRÜGGE és DÜRING 1999). LIEBIG et al. (2004) vizsgálata szintén ezt támasztja alá: szántás nélküli folyamatos termesztés esetén a beszivárgás 75,9 cm/h volt, míg a hagyományos (minden második évben ugaroltatott) művelés esetén 20,3 cm/h volt ugyanez az érték. Az irodalomban azonban található ezzel ellentétes eredményt is. GUZHA (2004) kutatása szerint a tárcsás művelés mellett szignifikánsan nagyobb volt a beszivárgás, mint a direktvetésű parcellán, ami a nagyobb felszíni érdességnek köszönhető.

TAPIA-VARGAS et al. (2001) mexikói mintaterületen kimutatta, hogy a hagyományos és szántás nélküli, de 0%-os tarlómaradvánnyal való fedettséget adó művelés esetén kukoricavetésben nagyobb volt mind a lefolyás, mind pedig a talajvesztés a 33%-os, illetve a 100%-os talajfedettséget biztosító műveléshez képest. REEDER (2000) kutatásai is ezt igazolják: minél nagyobb százalékban borította tarlómaradvány a talajfelszínt, annál kevesebb talaj pusztult le. Szántás nélküli művelés esetén 92%-ban csökkent a talajerózió a szántásos műveléshez képest, 40%-os fedettség mellett. Horvát mintaterü-



2. ábra Vízerózió folyamata fedetlen és tarlómaradvánnyal takart talajfelszínen
- a) Fedetlen talajfelszínen a becsapódó esőcseppek elaprózzák a talajrészecskéket, a lefolyó víz pedig magával ragadja és elszállítja ezeket.
- b) Tarlómaradvánnyal fedett talajfelszín tompítja a becsapódó esőcseppek energiáját, apró gátakat alkot, ahol a lefolyó víz tócsákba gyűlik, így a víz és a talajrészecskék nem távoznak a területről.

(Forrás: REEDER 2000)

Figure 2. Process of water erosion with and without residue cover

- a) With no protective cover, raindrops can splash soil particles away. Soil particles that have been detached are then transported down the slope by runoff water.
- b) Residue cover cushions the fall of raindrops and reduces or eliminates splash erosion. Small natural dams are formed that cause ponding of runoff. Sediment is deposited in these ponds and remain in the field.

(Source: REEDER 2000)

leten szántás nélküli, hegy-völgy irányú művelés esetén 40%-kal csökkent a talajerózió kukoricakultúrában. A szintvonalakkal párhuzamos művelés is jelentős mértékben csökkentette a talajvesztést (BASIC et al. 2004). QUINTON és CATT (2004) tíz éven keresztül vizsgálta a talajeróziót angliai mintaterületen. A szintvonalmenti és minimális művelési kombináció alkalmazásával szignifikánsan kevesebb talaj pusztult le csapadékeseményenként (67 kg/ha), mint a hegy-völgy irányú, hagyományos (278 kg/ha) és a hegy-völgy irányú, minimális művelés (245 kg/ha) esetén. Néhány talajvesztést és lefolyást mérő parcellás, illetve vízgyűjtő szintű kísérlet alapadatainak összefoglalása a 2. táblázatban látható.

Magyarországon LÁSZLÓ (2002) különböző sorközi talajművelési rendszereket hasonlított össze szőlőültetvényben. A WEPP (Water Erosion Prediction Project) modell segítségével bizonyítást nyert, hogy az egyéves takarónövény vagy szalmatakarás a legkedvezőbb az erózióvédelem szempontjából. Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézete parcellás kísérleti adatai egyértelműen bizonyítják, hogy a talaj-, víz- és tápanyagvesztés lényegesen kisebb a kímélő művelés esetén a hagyományos műveléshez képest (KERTÉSZ 2004, 2006, MADARÁSZ et al. 2004). CENTERI (2002a, 2002b) az USLE egyenlet alkalmazásával ki tudta jelölni a szántóföldi művelésre alkalmas területeket és azon térszíneket, ahol talajvédő eljárást kellene bevezetni.



Sok kutató a talaj TOC-tartalmát (total organic carbon – összes szerves szén) – a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira és ezeken keresztül az erodálhatóságára gyakorolt hatása miatt – a talajminőség legfontosabb indikátorának tekinti. Éppen ezért megőrzésére nagy hangsúlyt kell helyezni a fenntartható mezőgazdálkodásban, különösen azokon a területeken, ahol nem jellemző az ugaroltatás. Tartamkísérletekben kimutatták, hogy a kémélő művelés megfelelő vetésforgó alkalmazásával nemcsak szinten tartja, hanem növeli a talaj TOC-tartalmát (REEVES 1997, KAY és VANDEN BYGAART 2002). LIEBIG et al. (2004) szántás nélkül művelt területen 23,7 t/ha TOC-t mért, a hagyományosan művelt területen ezzel szemben csak 16,42 t/ha ez az érték.

2. táblázat Talajvesztés és lefolyást mérő kísérletek alapadatai  
Table 2. Parameters of some experiments measuring soil loss and runoff

Szerző	Ország	Kísérlet ideje	Parcella (m/ha)	Lejtés (%)	Talaj-típus	Vetésforgó	Művelés
QUINTON	Woburn/UK	1988–1998	35 25	7–13	Arenosol	burgonya-őszi búza-őszi árpa- cukorrépa-őszi búza-őszi árpa	minimális, szántásos, lejtőirányú, szintvonalas
TAPIA-VARGAS et al.	Patzcuaro/Mexikó	1996–1997	25 4	9	Andosol	folyamatos kukorica	szántásos, no-till tarlómaradvány nélkül, no-till 33%-os tarlóm. borítottsággal, no-till 100%-os tarlóm. bor.
BASIC et al.	Daruvar/Horvátország	1995–1999	22,1 1,87	9	Luvisol	kukorica-szója- bab-őszi búza- repce-tavaszi árpa	szántásos, no-till, lejtőirányú, szintvonalas
SHIPITALO és EDWARDS	Coshocton/Ohio/USA	1979–1982	6 vízgyűjtő (0,5–1 ha)	9		folyamatos kukorica	szántásos, no-till
SHIPITALO és EDWARDS	Coshocton/Ohio/USA	1979–1995	9 vízgy. (0,5–1 ha)	6–23		kukorica-őszi búza-zöld ugar-zöld ugar	szántásos, lejtőirányú, szintvonalas
SHIPITALO és EDWARDS	Coshocton/Ohio/USA	1990–1996	7 vízgy. (0,5–1 ha)	6–13		kukorica-szója	szántásos, minimális, no-till

Az irodalomban fellelhető mérési eredmények alapján elmondható, hogy a kémélő művelés világszerte hozzájárult a talajerózió csökkenéséhez. A talajművelésnek az erózióra gyakorolt hatása nagymértékben függ a helyi adottságoktól (éghajlat, talajtípus, domborzat), az alkalmazott művelőeszköztől, valamint attól, hogy az adott kísérletet hány évig folytatták, hiszen a művelés hatása az egyes talajtulajdonságokra az idő függvényében változik.

## A talajművelés hatása az élővilágra

A különböző talajművelési módok élővilágra (ezen belül a talaj mikro-, mezo- és makrofaunájára, továbbá a madarakra, az emlősökre és a flórára) gyakorolt hatását sokan vizsgálták. A talajművelés szempontjából az egyik legjelentősebb csoport a földigiliszták, amelyek a jó talajállapotot jelzik. Csökkenő számuk, illetve hiányuk a talaj degradálódásának jele. Hasonlóan, a madarak az egészséges mezőgazdasági táj bioindikátorai, így a fajok számának és/vagy a fajon belüli egyedek számának csökkenése a táj degradálódásának jele. Jelen tanulmányban a hagyományos és a kémélő talajművelési mód ezen két állatcsoportra gyakorolt hatásáról született számos, elsősorban a hazai legfontosabb irodalmakat tekintem át.

### Földigiliszták

A földigiliszták a talaj élőlényeknek igen bonyolult fajösszetételű és fajgazdag életközösségéhez, az edafonhoz tartoznak – a baktériumok, gombák, algák, egysejtű állatok, férgek, puhatestűek, ízeltlábúak mellett. A talajban játszott fő szerepük a növényi anyag felaprítása még azelőtt, hogy a mikroorganizmusok a lebontást elkezdnék (STEFANOVITS et al. 1999). Táplálkozásuk során hatalmas talajmennyiséget mozgatnak át, amelynek nyomán stabil járatrendszereket hagynak maguk után. „Csodának kell minősíteni, hogy a termőtalaj egész tömege a giliszta bélcsatornáján hatolt át, mégpedig örökös ismétléssel. Az eke ugyan a mezőgazdasági kultúra legfontosabb találmánya, de mielőtt ezt alkalmazták, a talaj rendszeres művelését, keverését, ápolását a giliszta végezték. Kevés állat van, melynek oly fontos szerepe van a Föld történetében, mint eme alacsonyrendű állatoknak” (DARWIN 1840).

A járatok számának növekedésével a talaj fizikai paraméterei javulnak: növekszik a csapadékvíz beszívargása, a fel- és az altalaj átlevégőzése. Ezek a körülmények kedvező életfeltételeket biztosítanak a talajflóra- és fauna számára, és ugyanakkor elősegítik a talaj gyökérrel való átszövését (BIRKÁS 2001). A tartós humuszanyagok a giliszta bélrendszerében képződnek, ahol talajjal keveredve ún. agyag-humusz komplexumot alkotnak, amely a gyakorlati tapasztalatok szerint több, víznek jobban ellenálló aggregátumot tartalmaz, mint a környező talaj (ZICSI 1960). Ezáltal a talajkárok (cserepesedés, porosodás, tömörödés, humusztartalom csökkenése, erózió, defláció) mérséklésében is fontos szerepet töltenek be.

A földigiliszták szántóföldi fajösszetétele, összehasonlítva más termőhelyekkel, igen szegényes. A populációt még nagy egyedszám mellett is sokszor csak két-három faj képviseli. A szántóföldek különböző talajtípusain élő gilisztafauna nagyrészt az *Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea* és az *Octolasion lacteum* fajokból tevődik össze, a többi faj, mely még előfordul, majdnem kivétel nélkül az *Aporrectodea* és *Octolasion* nemzetségekhez tartozik (ZICSI 1962). Az erdő avarszintjére jellemző fajok teljesen hiányoznak és igen ritkák azok a nagytestű állatok is, amelyek az avarban találják meg táplálékukat. Ezek a fajok csak mint egy korábbi giliszta populáció reliktumai fordulnak elő vagy a szomszédos biotópról átvándorolt, ideiglenes vendégként tartózkodnak a szántóföldön.

Az *Aporrectodea* és *Octolasion* nemzetségek fajainak táplálékkal szemben támasztott kisebb igényessége, valamint képességük, hogy a talaj különböző szintjeiben megéljenek és így a különböző szintek táplálékát hasznosítsák, olyan tulajdonságok, amelyek úgyszólván kijelölik ezeket a fajokat a szántóföldi elterjedésre. 35%-ra csökkent talajvíztartalom mellett az *Aporrectodea caliginosa* és az *Octolasion lacteum* fajok egyedeinek 100%-a, az *Aporrectodea rosea* egyedeknek pedig 90%-a tartja meg aktivitását. A három faj nagy elterjedését tehát a jó szárazságtűrésnek is köszönheti (ZICSI 1960).

Szántóföldön a földgiliszták teljes aktivitása csak áprilisban mutatkozik. Négy hónapon keresztül, július és október között teljes inaktivitást, a többi hónapban pedig csak részleges aktivitást tapasztalhatunk. A téli nyugvó állapotot a talajhőmérséklet csökkenése idézi elő, a nyári inaktivizálódást pedig a talajnedvesség hiánya okozza (ZICSI 1958, 1969). A giliszták többsége az esztendő nagyobb részében a talaj 0–20 cm-es szintjében tartózkodik. Ezért minden, ami ebben a szintben történik, különösképpen a talajművelés, annak módja és időpontja a talaj giliszta populációjának nagy részét érinti.

HIGGINBOTHAM et al. (2000) kutatásai alapján az integrált növénytermesztés a legkedvezőbb a talaj felső rétegében élő gilisztafajok számára (56 db/m<sup>2</sup>), mind az organikus (24 db/m<sup>2</sup>), mind pedig a hagyományos növénytermesztés (11 db/m<sup>2</sup>) kedvezőtlenül hatott a szántás miatt. Jelentős különbség mutatkozott a füves szegélyterületek és a különböző módon művelt területek gilisztaszáma között is. A sorrend ugyanaz: integrált (81 db/m<sup>2</sup>), organikus (57 db/m<sup>2</sup>), hagyományos (27 db/m<sup>2</sup>). EMMERLING (2001) vizsgálatai szintén azt támasztják alá, hogy a kémelő talajművelés szignifikánsan növelte mind a gilisztaszámot, mind pedig a biomasszát.

Magyarországon (Keszthely, Gödöllő, Martonvásár) az 1950-es években Zicsi András, az MTA Talajzoológiai Kutatócsoportjának munkatársa folytatott kísérleteket a témával kapcsolatban. Többek között arra kereste a választ, hogy miképp alakul a giliszta populáció egyedsűrűsége az éveken át folytatott sekély- és mélyművelés mellett. A mélyművelésnél az időjárás és a talajművelés együttes hatása közel 50%-kal csökkentette a giliszták mennyiségét és számuk a következő évben alig 20%-kal emelkedett. Ezzel szemben a sekélyművelésnél az időjárás és a művelés következtében alig 20%-kal csökkent a giliszták száma, a következő évben pedig ehhez a számhoz viszonyítva közel 50%-os emelkedés mutatkozott. A sekélyművelés előnye a giliszta populáció kémélése szempontjából különösképpen száraz időben jut kifejezésre (ZICSI 1960, 1967).

Újabban Birkás Márta folytat, illetve vezetésével folytatnak talajvédő és energiatakarékos talajműveléssel kapcsolatos vizsgálatokat. Öt éves megfigyelési adatokat alapul véve különböző módon művelt parcellák giliszta egyedsűrűségét hasonlították össze vályogtalajon. Mint a jó talajállapot indikátorai, a giliszták a direkt vetésű parcellán fordultak elő a legnagyobb számban: 26–39 db/m<sup>2</sup>, míg a rendszeres szántás miatt tömörödött réteggel rendelkező parcellán a gilisztatevékenység megszűnt, sem állatot, sem pedig járatot nem találtak (BIRKÁS et al. 2004). Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézete Zicsi Andrásal közreműködve szántóföldi parcellás kísérletben hasonlította össze a hagyományos és kémelő művelés giliszta-aktivitására gyakorolt hatását. Az utóbbi művelés mellett a giliszták száma 2–5-ször több volt (BÁDONYI és MADARÁSZ 2004).

## Madarak

Európában a 20. század utolsó harmadában a mezőgazdasági művelés intenzívvé válásával párhuzamosan megfigyelhető volt az agrárterületek madárfaunájának csökkenése (DONALD et al. 2001). Ez a degradálódás különösképpen Nyugat-Európában jelentkezett. Nagy-Britanniában 1968 és 1995 között 13 mezőgazdasági területen élő faj állománya átlagosan 30%-kal csökkent, miközben 29 élőhely-generalista faj állománya átlagosan 23%-kal növekedett (KREBS et al. 1999). A mezőgazdaság intenzívvé és iparivá válása Európában magába foglalta a szegélyterületek csökkenését, új, addig nem természet növények bevezetését, a legelők műtrágyázását, a megnövekedett vegyszerhasználatot, a tavaszi helyett őszi vetésre való átállást, a hagyományos vetésforgók megszűnését, a másodvetésű növények elhagyását, a vegyes, állattartó gazdaságok megszűnését. Mindezen bonyolult, egymással összefüggő folyamatok közvetve, közvetlenül vezettek – az egyes fajokra különböző kombinációkban hatva – a madárvilág csökkenéséhez. Ebből következik, hogy a mezőgazdaság intenzifikációjának visszafordításával ez a csökkenés megállítható.

Az Európai Unió régi tagállamaiban (EU 15) a Közös Agrárpolitika (Common Agricultural Policy – CAP) a gazdálkodókat az intenzív művelésre ösztönözte. Az Unió új kelet-közép-európai tagállamaiban a mezőgazdasági termelés növekedése az 1980-as évekig hasonló ütemű volt a nyugat-európaiéhoz, az intenzitás foka viszont alacsonyabb volt. A rendszerváltást követően azonban ez a növekedés erőteljesen lecsökkent (DONALD et al. 2001). Ennek eredményeképpen – bár az 1960-as évektől Kelet-Közép-Európában a mezőgazdasági területek madárvilága szintén csökkent – bizonyos fokú regenerálódás tapasztalható (GREGORY et al. 2005), amely az alacsony intenzitású területek nagyobb területi arányával magyarázható. Most, hogy ezen országok is az Unió tagállamaivá váltak, várható, hogy ugyanaz a folyamat játszódik le, mint Nyugat-Európában.

A madarak számának csökkenése a téli táplálékbázis (különösen a gyommagvak és a gabonaszemek) beszűkülésével köthető össze (SIRIWARDENA et al. 2000). A magevő madarak elkerülik a szántott földeket, mivel itt nem találnak táplálékot, helyettük a tarlón hagyott részeket látogatják (WILSON et al. 1996, MOORCROFT et al. 2002). Ennek alapján feltételezhető, hogy a talajkímélő módon művelt (tarlólántott) területek, legalábbis részben, képesek a madarak táplálékszükségletét kielégíteni. Észak-Amerikában megfigyelték, hogy a talajkímélő parcellákon több a kipergett gabonaszem és a gyommag, mint a szántott parcellákon, következésképpen azok több madarat vonzanak (BALDASSARRE et al. 1983). A forgatás hiányának és a több szerves anyagnak köszönhetően a földigiliszták száma megnövekszik, ami nagyobb számban és többféle fajt vonz (CASTRALE 2005), elsősorban rigókat, seregélyeket és bóbiceket.

Európában kevés megfigyelés történt ez ideig, mivel a talajkímélő műveléssel foglalkozó kutatások kis léptéke nem tette lehetővé, hogy annak a madárvilágra kifejtett kedvező hatását bizonyítsák (HOLLAND 2004). A különböző művelési rendszerek madárvilágra gyakorolt hatásáról a legtöbb tanulmány Európán belül Nagy-Britanniában született. CUNNINGHAM et al. (2005) kimutatta több termény esetében is, hogy a magevő madarak előfordulása nagyobb volt a talajkímélő parcellákon, mint a szántott parcellákon. A talajkímélő parcellák azonban alulmaradnak a tarlón hagyott parcellákkal szemben. SAUNDERS (2000) az integrált, a hagyományos és az organikus növénytermesz-

tést hasonlított össze öt faj tekintetében (mezei pacsirta, fogoly, citromsármány, vörösbegy, kék cinege). Kutatásai alapján megállapította, hogy a vetésforgó, a direktvetés, a téli időszakokra tarlón hagyott területek, a nyári időszakban használt rovarölőszerek, valamint a szegélyterületek jelenléte gyakorolják a legnagyobb hatást e fajok számának alakulására. Összességében az organikus növénytermesztés a legideálisabb a madarak számára, ennél kicsit előnytelenebb az integrált és a hagyományos a legkedvezőtlenebb. HIGGINBOTHAM et al. (2000) a mozaikos tájszerkezet fontosságára hívják fel a figyelmet, amely több életteret biztosít a madaraknak. BUCKINGHAM et al. (1999) az időszakosan vagy hosszabb időre műveletlenül hagyott területek jelentőségét emelik ki, mivel e területek megfelelő táplálékbázist képesek biztosítani. HENDERSON et al. (2004) kutatásai szerint a műveletlenül hagyott területek táplálékszolgáltató képessége alulmarad a speciálisan madarak számára különböző növényfajokkal (káposzta, libatop, gabonafélék) bevetett területekkel szemben. Magyarországon kimutatták, hogy a szőlő és legelőterületeken egyaránt nagymértékben csökkent a madárpopuláció az intenzív mezőgazdasági gyakorlat következtében (VERHULST et al. 2004). A MTA Földrajztudományi Kutatóintézetének a hagyományos szántásos és a talajkímélő művelést összehasonlító szántóföldi parcellás kísérleti eredménye az utóbbi kedvező hatását mutatta ki a kistestű énekesmadarakra (BÁDONYI és MADARÁSZ 2004).

#### Irodalom

- BÁDONYI K., MADARÁSZ B. 2004: The SOWAP Project in Hungary. Measuring the environmental consequences of conventional and conservation tillage. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress of ESSC. Budapest. MTA FKI, Budapest, pp. 347–350.
- BALDASSARRE G., WHYTE R., QUINLAN E., BOLEN E. 1983: Dynamics and quality of waste corn available to post-breeding waterfowl in Texas. Wildl. Soc. Bull. 11: 25–31.
- BASIC F., KISIC I., MESIC M., NESTROY O., BUTORAC A. 2004: Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. Soil & Tillage Research 78: 197–206.
- BIRKÁS M. 1992: A jó talajkondícióért. Magyar Gazda 2: 13.
- BIRKÁS M. 2000: A kukorica talajkímélő művelése. Gyakorlati Agrofórum 10: 26–30.
- BIRKÁS M. (szerk.) 2001: Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Gödöllő.
- BIRKÁS M. 2002: Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Gödöllő.
- BIRKÁS M. 2003a: Talajkímélő művelés és környezetvédelem. Gyakorlati Agrofórum Extra 3 (A kémelő és vízmegőrző talajművelésről) pp. 3–8.
- BIRKÁS M. 2003b: Tennivalók a talajvédő művelésben. In: PEPÓ P., JÁVOR A. (szerk.): Talajjavítás – talajvédelem. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen, pp. 139–144.
- BIRKÁS M., ANTAL J., DOROGI I. 1989: Conventional and reduced tillage in Hungary – A review. Soil & Tillage Research 13: 233–252.
- BIRKÁS M., TIRCZKA I. 1992: Környezetkímélő talajművelés kis- és közép méretű gazdaságokban. Műszaki Gazdasági Magazin 4: 1299–1320.
- BIRKÁS M., JOLÁNKAI M., GYURICZA CS., PERCZE, A. 2004: Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. Soil & Tillage Research 78: 185–196.
- Bocz E. (szerk.) 1992: Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- BUCKINGHAM D. J., EVANS A. D., MORRIS A. J., ORSMAN C. J., YAXLEY R. 1999: Use of set-aside land in winter by declining farmland bird species in the UK. Bird Study 46: 157–169.
- CAMPBELL H. W. 1907: Soil culture manual. Milwaukee, Wisconsin (ford. és átdolg. K. RUFFY P., Pátria Nyomda, Budapest, 1909)
- CASTRALE J. S. 1985: Responses of wildlife to various tillage conditions. Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resources Conf. 50: 142–156.

- CENTERI Cs. (2002a): Importance of local soil erodibility measurements in soil loss prediction. *Acta Agronomica Hungarica*, 50: 43–51.
- CENTERI Cs. (2002b): A talajerodálhatóság terepi mérése és hatása a talajvédő vetésforgó kiválasztására. *Növénytermelés* 51: 211–222.
- CUNNINGHAM H., BRADBURY R., CHANEY K., WILCOX A. 2005: Effect of non-inversion tillage on field usage by UK farmland birds in winter. *Bird Study* 52: 173–179.
- CUNNINGHAM H., CHANEY K., BRADBURY R., WILCOX A. 2004: Non-inversion tillage and farmland birds: a review with special reference to the UK and Europe. *Ibis* 146: 192–202.
- CSETE L., LÁNG I. 2004: Agroökoszisztémák, regionalitás és biodiverzitás. „Agro-21” Füzetek (Agroökológia – Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei) 37: 186–204.
- DARWIN C. 1840: On the formation of mould. *Tranc. Geol. Soc., London*, 5: 505–509.
- DEMES Gy. 1996: Gabonatermesztés szántás nélkül – Az őszi búza direktvetése kukorica után. *Agrofórum* 7: 30–32.
- DONALD P. F., GREEN R. E., HEATH M. F. 2001: Agricultural intensification and the collapse of Europe’s farmland bird populations. *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 268: 25–29.
- ECAF 2005: European Conservation Agriculture Organisation (<http://www.ecaf.org>)
- EMMERLING C. 2001: Response of earthworm communities to different types of soil tillage. *Applied Soil Ecology* 17: 91–96.
- GARCÍA-TORRES L., MARTÍNEZ-VILELA A., HOLGADO-CABRERA A., GÓNZALEZ-SÁNCHEZ E. 2005: Conservation agriculture, environmental and economic benefits. *European Conservation Agriculture Federation (ECAAF)*, Brussels, Belgium (<http://www.ecaf.org>)
- GREGORY R. D., VAN STRIEN A., VORISEK P., GMELIG MEYLING A. W., NOBLE D. G., FOPPEN R. P. B., GIBBONS D. W. 2005: Developing indicators for European birds. *Phil. Trans. Roy. Soc. B* 360: 269–288.
- GUZHA A. C. 2004: Effects of tillage on soil microrelief, surface depression storage and soil water storage. *Soil & Tillage Research* 76: 105–114.
- HENDERSON I. G., VICKERY J. A., CARTER N. 2004: The use of winter bird crops by farmland birds in lowland England. *Biological Conservation* 118: 21–32.
- HIGGINBOTHAM S., LEAKE A. R., JORDAN V. W. L., OGILVY S. E. 2000: Environmental and ecological aspects of Integrated, organic and conventional farming systems. *Aspects Appl. Biol.* 62: 15–20.
- HOLLAND J. M. 2004: The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103: 1–25.
- JÓRI J. I., SOÓS S. 1988: A minimális talajművelés nemzetközi gyakorlata (szakirodalmi áttekintés). *Agrárvilág* 31: 10–30.
- KAY B. D., VANDEN BYGAART, A. J. 2002: Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. *Soil & Tillage Research* 66: 107–118.
- KERTÉSZ Á. 2004: Conventional and conservation tillage from pedological and ecological aspects, the SOWAP project. *Proceedings of the 4th International Congress of ESSC, Budapest*, pp. 133–135.
- KERTÉSZ Á. 2006: A környezetkímélő mezőgazdálkodás hatása a tájra. *Tiszteletkötet Keveiné Bárány Ilona 65. születésnapjára, Szeged* (megjelenés alatt)
- KREBS J. R., WILSON J. D., BRADBURY R. B., SIRIWARDENA G. M. 1999: The second silent spring? *Nature* 400: 611–612.
- KREYBIG L. 1952: A talajok hő- és vízgazdálkodásának újabb, a gyakorlat részére fontos tudományos eredményei. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 5: 109–130.
- LÁSZLÓ L. 1997: Ismét a minimum tillage talajművelési rendszerről. *Gyakorlati Agrofórum* 7: 54–55.
- LÁSZLÓ P. 2002: Application of WEPP Hillslope Model in a Vineyard. *Proceedings of the Alps-Adria Scientific Workshop*. 4–8. March 2002, Opatija, Croatia, pp. 106–109.
- LIEBIG M. A., TANAKA D. L., WIENHOLD B. J. 2004: Tillage and cropping effects on soil quality indicators in the northern Great Plains. *Soil & Tillage Research* 78: 131–141.
- MADARÁSZ B., BÁDONYI K., CSEPINSZKY B., KERTÉSZ Á., CSISZÁR B., BENKE Sz. 2004: A hagyományos és talajkímélő földművelés környezeti hatásai, különös tekintettel a talajerőzóra. In: BARTON G., DORMÁNY G. (szerk.): *A magyar földrajz kurrens eredményei. II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadvány, SZTE TTK, Szeged*. pp. 1–8.
- MANNINGER G.A. 1957: *A talaj sekély művelése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MOORCROFT D., WHITTINGHAM M. J., BRADBURY R. B., WILSON J. D. 2002: Stubble field prescriptions for granivorous birds – The role of vegetation cover and food abundance. *J. Appl. Ecol.* 39: 535–547.
- NYÁRÁDI A. 1999: Költségtakarékos és talajkímélő talajművelés. *Magyar Mezőgazdaság* 54: 32.
- NYÍRI L. (szerk.) 1993: *Földműveléstan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

- PAPP S. 2001: A talaj mint megújuló és mint megújítható erőforrás. A földhasználat. In: BORA GY., KOROMPAI A. (szerk.): A természeti erőforrások gazdaságtana és földrajza. Aula Kiadó, Budapest
- QUINTON J. N., CATT J. A. 2004: The effects of minimal tillage and contour cultivation on surface runoff, soil loss and crop yield in the long-term Woburn Erosion reference Experiment on sandy soil at Woburn, England. *Soil Use and Management* 20: 343–349.
- REEDER R. (ed.) 2000: Conservation tillage systems and management. MidWest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa.
- REEVES D. W. 1997: The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research* 43: 131–167.
- SAUNDERS H. 2000: Bird species as indicators to assess the impact of integrated crop management on the environment: a comparative study. *Aspects Appl. Biol.* 62: 47–54.
- SHIPITALO M. J., EDWARDS W. M. 1998: Runoff and erosion control with conservation tillage and reduced-input practices on cropped watersheds. *Soil & Tillage Research* 46: 1–12.
- SIRIWARDENA G. M., BAILLIE S. R., CRICK H. Q. P., WILSON J. D. 2000: The importance of variation in the breeding performance of seed-eating birds in determining their population trends on farmland. *J. App. Ecol.* 37: 128–148.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. 1999: Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 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.
- TAPIA-VARGAS M., TISCAREÑO-LÓPEZ M., STONE J. J., OROPEZA-MOTA J. L., VELÁZQUEZ-VALLE M. 2001: Tillage system effects on runoff and sediment yield in hillslope agriculture. *Field Crops Research* 69: 173–182.
- TEBRÜGGE F., DÜRING R. A. 1999: Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil & Tillage Research* 53: 15–28.
- TITKOS A. 1996: Új technológiával a talaj védelméért. *Magyar Mezőgazdaság* 51: 14.
- VERHULST J., BÁLDI A., KLEIJN D. 2004: Relationship between land-use intensity and species richness and abundance of birds in Hungary. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 104: 465–473.
- WAHL N. A., BENS O., BUCZKO U., HANGEN E., HÜTTL R. F. 2004: Effects of conventional and conservation tillage on soil hydraulic properties of a silty-loamy soil. *Physics and Chemistry of the Earth* 29: 821–829.
- WILSON J. D., TAYLOR R., MUIRHEAD, L. B. 1996: Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preference using re-sampling methods. *Bird Study* 43: 320–332.
- ZICSI A. 1960: Ökológiai, faunisztikai és rendszertani tanulmányok Magyarország földigilisza faunáján. Kandidátusi értekezés. MTA Talajzoológiai Kutatócsoport, Budapest.
- ZICSI A. 1958: Freilanduntersuchungen zur Kenntnis der Empfindlichkeit einiger Lumbriciden-Arten gegen Trockenperioden. *Acta Zoologica Hung.* 3: 369–383.
- ZICSI A. 1962: Über die Dominanzverhältnisse einheimischer Lumbriciden auf Ackerböden. *Opusc. Zool. Budapest* 4: 157–161.
- ZICSI A. 1967: Die Auswirkung von Bodenbearbeitungsverfahren auf Zustand und Besatzdichte von einheimischen Regenwürmern. In: GRAFF, SATCHELL (eds.): *Progress in Soil Biology*. Braunschweig. pp. 290–298.
- ZICSI A. 1969: Über die Auswirkung der Nachfrucht und Bodenbearbeitung auf die Aktivität der Regenwürmer. *Pedobiologia*, Bd. 9: 141–145.

EFFECTS OF CONVENTIONAL AND CONSERVATION TILLAGE ON SOIL EROSION  
AND ECOSYSTEMS

K. BÁDONYI

Department for Physical Geography, Geographical Research Institute, HAS  
1112 Budapest, Budaörsi út 45., e-mail: Bad8379@iif.hu**Keywords:** conventional tillage, conservation tillage, soil erosion, earthworms, birds

Conservation tillage is a sustainable cultivation method, its main advantages are the protection against erosion and deflation, the preservation of soil structure, the retention of soil moisture, the increase of organic matter content and the protection of soil life. This paper provides a review on the development of conservation tillage, its precedents, obstacles of its use and its environmental benefits. Intensive cultivation on arable lands leads to severe soil erosion and biodiversity loss. Concerning the relations between soil erosion and the different tillage methods, the conclusion is that under conservation tillage soil erosion decreases worldwide. Earthworms are important and sensitive indicators of various tillage techniques and good soil health. Similarly, birds are bioindicators of healthy countryside. Decreasing number of species and/or individuals within species are a sign of degradation of soil and land, respectively. Literature on the effect of different cultivation techniques on earthworm and bird fauna unanimously points to the benefits of conservation agriculture.