

SZEMLE**Review****A klasszikus talajművelési elvárások és a klímakár csökkentés kényszere**

BIRKÁS MÁRTA

Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet, Gödöllő

Összefoglalás

A globális klímaváltozás okán a talajok állapota, nedvességtartalma és nedvességforgalma az eddigieknél is több, és alaposabb figyelmet kíván. Az utóbbi nyolc év időjárási szélsőségei a korábban biztosnak vélt művelési szokások eredményességét is kérdőjelessé tették. Különösen a nyári és az őszi művelés, és a magágykészítés klasszikus elvárásai váltak kérdőjelessé. Jelen dolgozatban a klasszikus elvárások hiányosságait, valamint a lehetséges megoldásokat mutatom be, és értékelem.

Kulcsszavak: klímakár, talajállapot, vízveszteség, vízkímélés, szénveszteség, szénkímélés

Classic cultivation requirements and the need of reducing climatic damage

M. BIRKÁS

Szent István University, Institute for Crop Production, Gödöllő

Summary

As a result of global climate change, the condition, moisture content and moisture

cycle of soils calls for a higher level and more detailed attention. The climate extremities of the last eight years questioned the successfulness of the cultivation traditions that assumed to be safe so far. The successfulness of summer and autumn cultivation and the preparation of seed bed became especially questioned. In this current study, I describe the shortcomings of the classic requirements and present and evaluate the possible solutions.

Key words: climatic damage, soil conditions, water loss, water preservation, carbon loss, carbon preservation

Bevezetés

A mezőgazdálkodást a kezdetektől az időjárásnak leginkább kitett ágazatnak tartották, s gyakran fogalmaztak úgy, ha jó idő jár, jó a termés, és a rossz termésnek az időjárás a legfőbb oka. E sajátos nézetet az 1900-as évek elejétől többen is vitatták, különösen a tényeket jól ismerő szakírók, akik közül nem is egy jó gazdának is számított. A nemesítőként jól ismert Baross László bánkúti jószágigazgatóként a térségben dívó művelési gyakorlat ismeretében írhatta 1909-ben a következőket: „...a közép és nagybirtokon ma már nem szabad, hogy az *idő legyen a gazda*, hanem igenis a gazda intelligenciája van hivatva az időjárás mostohaságait pótolni, illetve az ezáltal okozott károkat a minimumra csökkenteni.” Gyárfás József neves talajművelési tudósunk a *Sikeres gazdálkodás szárazságban A magyar dry farming* c. könyvét (1922) – amelyben a szárazság leküzdéséhez adott hasznos tanácsokat –, vélhetően az időjárás szerepének ártértékelése okán zárta ezekkel a szavakkal: „...a magyar föld termése és vele a magyar nép boldogulása többé már nem függhet a májusi esőtől!” Később, egy 1928-ban megjelentetett cikkében, világosan utalt arra, hogy a „kevés, vagy rossz termésnek sohasem egyedül az időjárás az oka”. Járva az országot ugyanis sokszor tapasztalhatta, mit jelent a termésben „a gazda tudása és szorgalma”.

Napjainkban, hasonló tapasztalatok, és egzakt kísérleti és szántóföldi monitor adatok birtokában erősíthetjük meg, a termésveszteségek okai között a kedvezőtlen klíma mellé egyéb tényezők is felsorakoztathatók. A természeti veszteségekre a klíma valóban erős befolyást gyakorol, azonban a súlyosbító és enyhítő szántóföldi tényezőkről sem szabad megfeledkezni. A termőhely, a hiányos trágyázás, a gyenge biológiai értékű vetőmag, az érzékeny növényfajta vagy hibrid az 1983. és 1993. évi aszály értékelésekor is napirendre került

(Baráth et al. 1993, Cselőtei és Harnos 1996). A talajok állapotát, vélhetően adathiány miatt nem vizsgálták. Ugyanakkor az értékelők utaltak arra; mélyebb talajművelés esetén általában kisebb aszálykár veszteség keletkezett. Ilyen előzmények után a VAHAVA és a KLIMA KKT projektekben végzett földműveléstan kutatók tudatosan irányultak a talajok állapotának vizsgálatára, a talajállapot és klímahatás közti kapcsolat tisztázására. Az eredmények a talaj állapotával kapcsolatos feltételezést igazolták, miszerint a nedvességforgalom előmozdítása vagy gátlása befolyással van a klímakár szintjére.

A talajművelési cél igazodása a klímaváltozáshoz

A klasszikus szerzők a talajművelést a növények igényének kielégítését célzó beavatkozásnak tartották, ezért ezt a több évszázadot átfogó időszakot a *növényközpon tú* művelés korának nevezzük. A talaj minőségére az 1975–2000 közti negyed században vetült nagyobb figyelem, így az időszak a *talajközpon tú* művelés kora besorolást kapja. A globális klímaváltozás – általam kiemelt – első, aggodalomra okot adó évétől a művelésnek *klímaközpon túvá* kell válnia, mivel a művelés feladata a talajminőség javításán keresztül a klíma eredetű veszteségek csökkentése. A korszakok megvonását 33 év folyamatos művelési kísérletezés (22 különböző kezelés), továbbá 67 termőhelyen végzett talajállapot monitorozás tapasztalatai segítették. Jelentős különbséget találtunk az 1980-as évek elején, valamint az 1990-es évek közepén sújtó aszályok befolyásoló tényezői és következményei között. Az első időszakban alig fordult elő tápanyaghiány a talajokban, és a későbbi időszakokhoz képest az állapot hibák száma is elenyésző volt.

A rendszerváltást követő termelői bizonytalanságot a talajok általánosan megsínylették (visszaesett a trágyázás, a biológiailag értékes vetőmagvak használata, elmaradtak a tarlógondozások, a mélyebb művelések), előbb a fizikai és biológiai állapotuk, majd tápanyag ellátottságuk romlott. A szakszerűtlenül, átgondolás nélkül sekélyen művelt, állapothibás talajokon a csapadék hiányához mérten is súlyos termésveszteség következett be. Kétségtelenül közrejátszott ebben az új földtulajdonosok és bérlők tapasztalatlansága, s a hozzáértés hiánya is (szépíthetjük, de ezek a szaktudás lebecsülésének évei voltak). A súlyos kár azonban többeket a tanulás és tapasztalatszerzés felé fordított. Ennek köszönhetően nem csak kísérleti, hanem szántóföldi körülmények között is bizonyíthattuk; a megkímélt szerkezetű, kedvező nedvességforgalmú talajon az

okszerű talajművelés klímakár enyhítő tényezővé válik. A talajállapot hatás gyenge és közepes tápanyag ellátottságnál nagy, jó tápanyag kondíció esetén közepes besorolást kapott. Vagyis a talajban lévő tápanyag feltáródását, a kijuttatott trágyák érvényesülését a talaj lazultság-állapota segítheti, vagy ronthatja (erre utalnak az eddig publikált debreceni, keszthelyi, kompolti eredmények). A jó trágyázási szint azonban a rossz talajállapot révén korlátozott nedvesség-forgalom esetén kihasználatlan marad. A kedvező állapotban tartott talaj kisebb művelési energia szükségletét és a minőségi hibák kiküszöbölésének pozitív hatását ugyancsak igazoltuk (Birkás *et al.* 2000).

A talajművelési szokások a klímakárok tükrében

A szélsőségesebb klíma alatt a korábban biztosnak vélt művelési szokások is hátrányosnak bizonyultak. Különösen a nyári és az őszi művelés, és a magágy-készítés klasszikus elvárásai váltak kérdőjelessé. A következőkben néhányat kiemelve, a magyarázatokkal együtt értékelek.

„A tarlókat feketére kell művelni.” Tarlónak az aratás után visszamaradt növény csonkot nevezik, tarlóművelésnek pedig ezeknek a maradványoknak a talajba juttatását. A szalmát sok századon át eltávolították a területről – művelést akadályozó tényezőnek is tekintették –, tüzelőnek és alomanyagnak használták. A fűtési és az almozási szokások megváltozását követően kevesebb szalmára volt szükség, de ahhoz, hogy a művelést ne akadályozza, aprítani kellett. A „feketére” művelés a szalma eltávolítása vagy jó minőségű aprítása esetén, és mélyebb (tarlóművelésnél 20 cm e kategóriába tartozik) talajbolygatással sikerülhetett. A fejlett mezőgazdaságú országokban a tarlómaradványok védelmi célú felszínen hagyása aratás után az 1960-as évektől vált gyakorlattá, nálunk bő évtizeddel később kezdődött meg. A növény kártevők és kórokozók túlélésének veszélye ellenérvként (bár a kémiai növényvédelem korszerűsödése megoldást kínált), a szalmaaprítás gyengesége pedig komoly akadályként merültek fel.

A gyakorlat ítélete szerint a „feketére művelt” felszín gondosságról, a maradványos felszín gondatlanságról tanúskodott, akkor is, ha az előbbi szemet bántóan rögzös maradt. A tarlók és a szalma helyszíni felégetését – egészen a szabályozó rendelet életbe lépéséig – ugyancsak kárcsökkentő megoldásnak tartották. A szalmaaprítás minősége – a kombájnra szerelt zúzó elemek tökéletesedése révén – folyamatosan javult, s az ilyen célú fejlesztés még nap-

jainkban is folyik. A zúzott szalma talajt takaró, a nedvesség kiáramlását akadályozó anyagként (mulcs) való hasznosítására az 1983–84-es száraz évek kényszerítő okot is adtak. Az 1990-es években az új földhasználók többsége a korábbi hagyományokat követte: a nyári határképet évekig a mélyen hántott vagy szántott, rögzösen és takaratlan (feketén) hagyott tarlók határozták meg. Ez a gyakorlat nem maradt következmények nélkül; a talajok nyári vízvesztésére a nyár végi és őszi vetésű növények hiányos keléssel (és termésvesztéssel) reagáltak.

A klíma szélsőségek – kiszámíthatatlan téli és tenyészidei csapadék, kedvezőtlen csapadékeloszlás, a hőség- és meleg napok nagy száma stb. – azonban arra figyelmeztetnek, hogy térségünkben nem tanácsos nedvesség pazarló gazdálkodást folytatni. A felvilágosító munkát segítő, a tarlóművelési kísérlet sorozatunkban (*Birkás et al.* 2007, *Kalmár et al.* 2007) ezért minden esetben szerepeltetünk hántatlan és takaratlan, mélyen hántott (feketére művelt), és elmunkálatlan szántásokat, vagyis olyan kezeléseket, amelyek fokozzák a talaj nyári vízvesztését. A további kezelések különböző mértékben minősülnek nedvesség kímélőnek, pl. sekély (6–10 cm) vagy mélyebb (10–14 cm) tarlóhántás takart és lezárt felszín, középmély és mélyszántás elmunkált felszínt hagyva. A 2005–2007 években előfordult olyan 45–50 napos nyári csapadéktelen időszak, amikor a hántatlan és takaratlan talaj a 0–60 cm rétegeből 30–34 mm nedvességet veszített, a „feketére művelt” hántott talaj ennél 41–45%-kal többet, a mélyen szántott, lezárt felszíni talaj pedig több mint 60 mm-t. A gazdálkodóknak ajánlott sekélyen és mulcshagyóan művelt tarlóban 21–26 mm-rel maradt több víz a feketére műveltnél. A mélyen (30–32 cm) szántott, és elmunkált talajban 25–29 mm-rel maradt több nedvesség 45–50 száraz nap alatt, mint abban, amelyet ugyanolyan mélyen, ám vízvesztő felületet hagyva szántottak. A gondos tarlóművelések egyébként csapadékos napokkal váltakozó nyári időszakban is megbízhatóan vízkímélőnek bizonyultak.

A mulcshagyó tarlóművelés napjainkban mind fontosabb célja a nedvesség megtartás mellett a talaj vízbefogadó képességének növelése (*Várallyay* 2007) – mivel a nem bolygatott talaj erre alig alkalmas –, biológiai tevékenységének pezdítése, a talajba kevert tarlómaradványok feltárása. A takaróanyag funkciója sokrétű, vízkímélés, hőszabályozás (a nappali és éjszakai talajhőmérséklet különbség csökkentése), és szerkezet védelem. Ez utóbbira a nyári csapó esők gyakorisága, a szerkezet rombolás megakadályozása miatt egyre nagyobb szükség van. A talaj szerkezeti állapotát minősítő morzsa arány a nedvesség kímélő

variánsokban minden vizsgálati időszakban folyamatosan növekedett, a takaratlan talajban pedig csökkent. Vagyis a „feketére művelés” a talaj védelmére is alkalmatlannak bizonyult.

„A nyár végi és őszi vetésű növényeket nyári szántásba vessük.” A nyári szántások áldásosságával kapcsolatos hiedelem a nappali és éjszakai hőmérsékletkülönbség porhanyító hatásával, illetve a hó és a napfény kártevő és kórokozó pusztító hatásával kapcsolatos. Ezekre nem találtunk példát a 33 év monitorozás alatt. Ugyanakkor az erősen felmelegedő, folyamatosan száradó szántott talaj alkalmatlan élőhelynek bizonyult a tarlómaradványok feltárásában hasznos földgiliszták számára (Birkás *et al.* 2004). Kutatásainkban a talajnedvesség monitorozást – hazai tapasztalatok (Tóth és Koós 2006, Michéli *et al.* 2008) nyomán – széndioxid kibocsátási (flux) mérésekkel egészítettük ki (adatokkal rendelkezünk különböző mélyen és eszközzel bolygatott talajok szén-dioxid kibocsátására, három nedvesség szint (száraz, nyirkos, nedves) és léghőmérséklet (hűvös, meleg, forró napon) eseteire). A mély- és sekélyművelésben részesített talajokon végzett több mérés sorozat a szénvesztés tendencia jellegű ábrázolását teszi lehetővé (1. ábra).

A tarlómaradványok tiszta szénhozama a kérdéses esetben 2,96 t/ha volt évente. A mélyen szántott és elmunkálatlan talajból ez mind a légkörbe távozott szén-dioxid formában, a „feketére művelésnél” ennek hatoda, a sekélyen és mulcshagyóan művelt talajból ez utóbbi értéknek az ötöde. Aggodalomra a térségünkben gyakori nyári szántás, a szénvesztés ismétlődése ad okot. A megoldást a felszín elmunkálás (szántáskor is), a szénkímélő módra áttérés kínálja. A nagy szénvesztésű előidéző talajállapot sajátosan ugyanaz, mint amelyik a vízvesztést fokozza. A szénkímélő talajállapot – elmunkált nyári szántás, mulcshagyó művelés nyomán – pedig a nedvesség megtartására is alkalmas. A talajok szerves széntartalmának, szervesanyag tartalmának értéke a klímakár csökkentés szükségessége kapcsán újólag napirendre került, s mind több az ellenzője a tarlómaradványok tüzelőanyagként való hasznosításának is (Lal 1997, 2007, 2008a, b, La Scala *et al.* 2006). Az eddigiekhez, 2008. évi adatokat használva, szénmérleg számítást végeztünk, őszi búza elővetemény után őszi káposztarepce alá végzett talajművelést alapul véve. Az őszi búza szalmája számos termőhelyen 5, gyökérzete 2,5 t/ha mennyiséget tett ki, a széntartalom 2,0 és 1,0 t/ha-nak felelt meg (számítás La Scala *et al.* 2006 nyomán). Ebből, szénkímélő művelés esetén 1,66–1,20 tonna maradt a talajban, szénvesztő műveléskor hektáronként 0,7–1,12 tonna hiány keletkezett. Mivel a gazdálkodók egy

1. ábra. A szénvesztesség (t/ha) tendenciája 3 nyári hónap alatt
(Hatvan, 2005–2007)

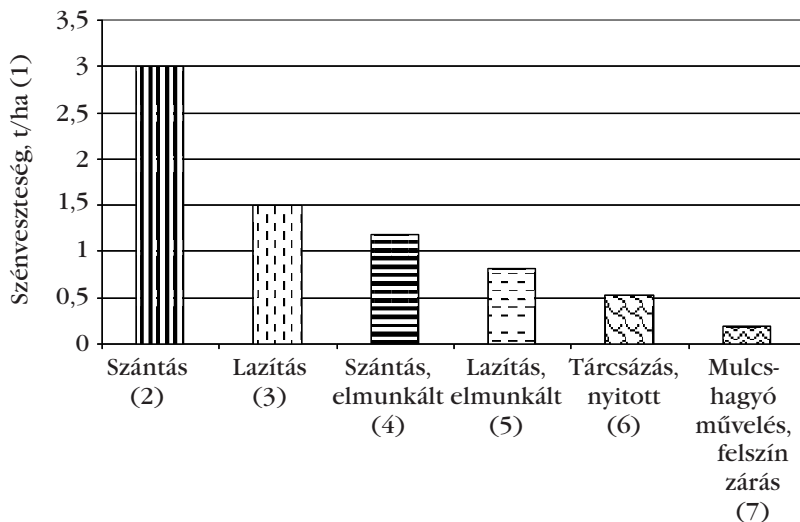


Figure 1. Tendency in the carbon loss under 3 summer months (Hatvan, 2005–2007). (1) Carbon loss (t ha⁻¹), (2) Ploughing, (3) Loosening, (4) Ploughing plus surface preparation, (5) Loosening plus surface preparation, (6) Disking, no press, (7) Mulch tillage plus surface pressing.

része tüzelőanyagként adta el a szalmát, esetükben csak a gyökér- és tarlócsontok szénttartalmával (0,62 t/ha) számolhattunk. Szénkímélő művelés esetén a mérleg kisebb (0,72–1,19 t/ha), a szén kiáramlását fokozó műveléskor jelentősen több (3,1–3,5 t/ha) hiányt mutatott. Vagyis a tarlómaradványokról való lemondás a szélsőséges klímára tekintettel rossz döntés, mivel az egyéb szervesanyag utánpótlási források is korlátozottak (az állatállomány fogyása miatt kevesebb istállótrágya termelődik, a zöldtrágyázás terjedésének a talajok nyári vízhiánya szab korlátot).

„Az őszi mélyszántás áldásos, bármilyenre is sikerül”. Az őszi szántás a tavaszi vetésű növények alapművelési módja, feladata a klasszikus ismérvek szerint a talajok megnyitása őszi- és téli csapadék befogadására.

Ez az elvárás máig nem változott, alapművelésre azonban több módszer is rendelkezésre áll. Az őszi szántások minősége országszerte, hasonló talaj körülmények esetén is nagy szóródást mutat. Az egyik minőségi hiba a szántáskor keletkezik, művelésre alkalmatlan talajnedvességnél; az eke vasa elkeni, össze-

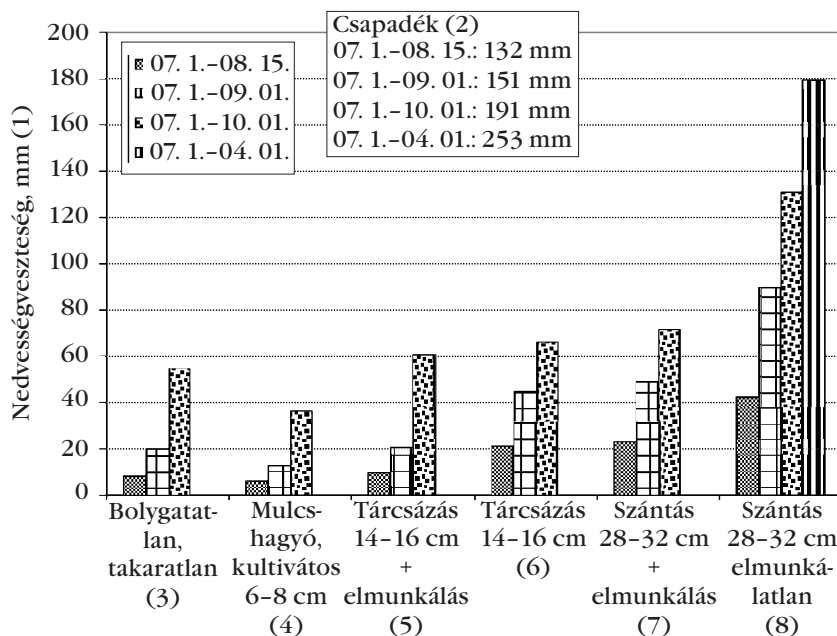
gyúrja a szántott réteg alját, ahol tömör réteg (*ún. eketalp*) alakul ki. Első esetben ez a réteg 10–15 mm-re terjed, de ha a következő év/ek/ben is nedves talajt szántanak ugyanolyan mélyen, a talp 40–60 mm-re vastagodhat. A váltakozó fagyás és olvadás tavaszra láthatóan elősegíti a talajfelszín porhanyulását, azonban a tömör talprétegre nincs lazító hatással. A növények gyökerezési mélységét a tenyészidőben a tömör talpréteg helye szabja meg. Amikor a szántást tárcsás műveléssel helyettesítik, a tárcsatalp tömörödés 16–20 cm-re korlátozhatja a gyökerek talajba hatolását.

Minőségi hiba keletkezhet az ősszel megmunkált talajok őszi vagy tavaszi elmunkálásakor, ha a nedvesség szerint alkalmatlan eszközt használnak. Az elmunkáló elemmel ugyanis összetömöríthetik a szántott vagy lazított talaj 10–15 cm-es rétegét, így leronthatják a mélyebb műveléssel létrehozott kedvező lazultságot. A növények a vízfelvételi réteg csökkenését aszályos, illetve túlzottan csapadékos időnyben is megsínylik. Az őszi szántások tavaszi monitorozása a 2000–2006. években 256 esetből 131-ben mutatott ilyen hibákat (41 esetben nem alakult ki hiba). Az elmunkálásra leginkább alkalmatlan eszköznek a hagyományos tárcsa bizonyult. Az őszi szántás őszi elmunkálását az 1970-es évekig nem tartották ésszerűnek, erre a klíma sem adott nyomós indokot. Ezt követően került be az őszi elmunkálás a kora tavaszi vetésű növények művelési rendszerébe. Az utóbbi tizenöt évben – a talaj téli vízvesztésére tekintettel – az őszi szántások őszi elmunkálását javasoljuk, megjelölve a kivételeket, ilyenek az egyengetésre alkalmatlan nedves-, az üledő- és lejtős talajok. Az őszi szántások őszi elmunkálásának elhagyása legutóbb a 2007. évi aszály kapcsán került napirendre. Az őszi ugyanis viszonylagos, nyári szántásba is vetnek tavaszi növényt pl. őszi búza után kukoricát. A 2007. évi aszálykárok objektív megítéléséhez az előző művelési időnyt célszerű górcső alá venni (2. ábra). Július és szeptember között a szokásosnál több csapadék hullott, s megszokásból sokak végeztek nyári szántást a talaj nem művelhető állapotában. A szalonnás hantok néhány hőségnap alatt kőkeményre száradtak; elmunkálásra csupán a szántást követő 5–10 órán belül lett volna esély. Az így elrontott talajok egészen áprilisig nem áztak át annyira, hogy rögöket megfelelően lehessen aprítani. A tavaszi növények így száraz és rögös talajba kerültek, a végeredmény pedig közismert.

A 2. ábrán a különbözően bolygatott talajok nedvesség veszteségét tüntettük fel négy időszakban. A sekélyen és mulcshagyóan művelt talajok nedvesség vesztesége október elsejéig viszonylag alacsony maradt, alkalmat adva jó

minőségű őszi alapművelésre. Hasonlóan kedvezőnek mutatkozott az elmunkált felszínű nyári szántás. Az elmunkálatlan szántás vízvesztése július elsejétől októberig 131, áprilisig 180 mm-t tett ki (ez utóbbi akár három hónap csapadékának megfelelő vízmennyiség). Az adott időszakban hullott 253 mm csapadék 30%-a maradt a talaj 0–60 cm rétegében, így kevésnek bizonyult a tenyészidei aszály leküzdéséhez. A szántóföldi monitorozás során azonban úgy találtuk; a nyári nedvesség- és szénkímélő műveléssel megbízhatóan lehetett az aszálykár veszteséget csökkenteni.

2. ábra. A talaj 0–60 cm rétegének nedvességvesztése (mm)
(Hatvan, 2006. július 1.–2007. április 1.)



$E = (W_0 + P) - W$ (Szász és Tőkei 1997), amelyben: E = az időszak alatt elpárolgott víz, W_0 = talajnedvesség adott időszak elején, P = az időszak alatt lehullott csapadék, W = talajnedvesség adott időszak végén.

Figure 2. Moisture loss from soil to a depth of 0–60 cm (mm) (Hatvan, 1 July, 2006–1 April, 2007). (1) Moisture loss (mm), (2) Precipitation during periods, (3) Undisturbed, clean, (4) Mulching by cultivator, (5) Disking and surface pressing, (6) Disking, (7) Ploughing and surface preparation, (8) Ploughing, no press. $E = (W_0 + P) - W$ (Szász and Tőkei 1997), where: E = evaporation during the period, W_0 = water content of the soil at the beginning of a the period, P = precipitation during the period, W = water content of the soil at the end of a the period.

„Aprómorzsás magágyba vessünk”. Ezt az elvárást több évtizeddel ezelőtt vélhetően a vetőgépek tökéletlensége miatt fogalmazták meg. Ha megnézzük az aprómorzsa méretét (0,25–2,5 mm), az a porhoz (<0,25 mm) áll legközelebb. Ahhoz, hogy az erősen rögös szántás magágy minőségre alakuljon, több elmunkálás menet szükséges, s a rögaprózódás közben sok por is keletkezik. Régen valóban vetettek „porba”, ám a talajfelszín eliszapolódása, majd a száradás utáni kergesedése vélhetően nem jelentett olyan akut problémát, mint napjainkban (adott csapadék rövidebb idő alatt zúdul le, s több kárt okoz). Kísérleteinkben összefüggést találtunk a talaj morzsássága (a morzsaméret 2,5–10 mm) és enyhébb klíma érzékenysége között, továbbá a víz- és szénkímélő művelés és a morzsásodás előre haladása között. Mivel az új vetőgépek morzsás, kissé rögös, s tarlómaradványos talajba is tökéletesen vetnek, az elvárást a talajhoz, a talaj védelméhez lehet igazítani.

Következtetések

A vizsgálatok arra utalnak, hogy jelentős tartalékaink vannak ahhoz, hogy talajnedvesség- és szénkímélő műveléssel hatásos klímakár csökkentést érjünk el a szántóföldeken. Az új művelési irányelveket (Birkás *et al.* 2008) az alábbiakban foglalmazzuk meg:

1. A talajállapot ismeret hozzájárul a valószínűsíthető klímakár – kicsi, közepes, nagy – előzetes felbecsüléséhez.
2. A kárcsökkentés fontos lépése a vízforgalmat akadályozó tömör rétegtől mentes talajállapot létrehozása vagy megtartása.
3. A tömör rétegeket a szükséges mélységig át kell lazítani, vízvesztő felület kiképzése nélkül.
4. Kis vízvesztő felületet célszerű kialakítani bármely időszakban (kivéve az erózió veszélyeztette talajokat).
5. Kímélni kell a talaj szerkezetét, bármely művelésnél és idényben.
6. A mulcshagyó művelés védő hatását a nyári hőség és a heves esők ellen célszerű kihasználni.
7. A talaj felszínét aratás után hosszabb ideig érdemes takarni (védi talaj szerkezetét és nedvességét).
8. Szervesanyag (szén) kímélő művelésre kell törekedni bármely idényben.
9. Alkalmazkodó (kármegelőző- és csökkentő) alapozó művelési módszer (szántásos, lazításos) alkalmazása okszerű.

10. A magágykészítés és vetés legyen vízkímélő: egymenetes mód alkalmazható a 12–48 cm sortávolságú növényeknél; minél kisebb idő eltérés valósuljon meg a széles sorközü növényeknél.

IRODALOM

- Baráth E. – Győrffy B. – Harnos Zs.*: 1993. Aszály 1983. Akaprint Kiadó. Budapest.
- Birkás, M. – Szalai, T. – Gyuricza, Cs. – Jolánkai, M. – Gecse, M.*: 2000. Subsoil compaction problems in Hungary. [In: Horn R., van den Akker, J. J. H., Arvidsson, J. (eds.) Subsoil Compaction. Distribution, Processes, and Consequences Advances in GeoEcology, 32.] Catena Verlag, Reiskirchen. Germany. 354–362.
- Birkás, M. – Jolánkai, M. – Gyuricza, C. – Percze, A.*: 2004. Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. Soil and Tillage Research. 78: 185–196.
- Birkás M. – Jolánkai M. – Stingli A. – Bottlik L.*: 2007. Az alkalmazkodó művelés jelentősége a talaj- és klímavédelemben. „KLÍMA-21” Füzetek. 51: 34–47.
- Birkás, M. – Jolánkai, M. – Schmidt, R.*: 2008. Environmentally-sound adaptable tillage – Solutions from Hungary. 1st Scientific Agronomic Days, 13–14 Nov., Nitra, Slovakia. [Hrubá, M. et al. (ed.) Proc. of reviewed sci. papers.] ISBN-978-80-552-0125. 191–194.
- Cselőtei L. – Harnos Zs.*: 1996. Éghajlat, időjárás, aszály II. Az aszály enyhítésének lehetőségei. Akaprint Kiadó. Budapest.
- Gyárfás J.*: 1922. Sikeres gazdálkodás szárazságban. Magyar Dry Farming. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kalmár T. – Birkás M. – Stingli A. – Bencsik K.*: 2007. Tarlóművelési módszerek hatékonysága szélsőséges idényekben. Növénytermelés. 56: 263–279.
- La Scala, N. Jr. – Bolonhezi, D. – Pereira, G.T.*: 2006. Short-term soil CO₂ emission after conventional and reduced tillage of a no-till sugar cane area in Southern Brazil. Soil and Till. Research. 91: 241–248.
- Lal, R.*: 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. Soil and Till. Research. 43: 81–107.
- Lal, R.*: 2007. Farming carbon. Soil and Till. Research. 96: 1–5.
- Lal, R.*: 2008a. Black and buried carbons' impacts on soil quality and ecosystem services. Soil and Till Research. 99: 1–3.
- Lal, R.*: 2008b. Biofuel from residues. Soil and Till. Research. 93: 237–238.
- Michéli, E. – Gál, A. – Simon, B. – Kele, G. – Árvay, G.*: 2008. Harmonized European and national level monitoring of soil organic matter and microbial respiration. Cereal Research. Communication. 36: 347–351.
- Szász G. – Tőkei L.*: 1997. Meteorológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 411–658.
- Tóth, E. – Koós, S.*: 2006. Carbon-dioxide emission measurements in a tillage experiment on chernozem soil. Cereal Research Communication. 34. 1: 331–334.

Várallyay, Gy.: 2007. Soil resilience (Is soil a renewable natural resource?) Cereal Research Communication. 35. 2: 1277–1280.

A szerző levelezési címe – Address of author:

Dr. Birkás Márta
Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet
Gödöllő
Páter Károly u. 1.
H-2103