

A környezetkímélő talajművelés szerepe a klímakár-enyhítésben

BIRKÁS MÁRTA, KENDE ZOLTÁN, PÓSA BARNABÁS

Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, birkas.marta@mkk.szie.hu

Bevezetés

A klíma prognózis szerint a 21. század második évtizedétől térségünkben enyhe és csapadékos tél, meleg és száraz nyár, szélsőséges csapadékeloszlás, több szeles és viharos nap valószínűsíthető (BARTHOLY & PONGRÁCZ, 2008). SZALAI & LAKATOS (2013) rámutatott, a csapadék mennyisége és eloszlása szélsőségeit az intenzív esők gyakoriságának növekedése fokozza, mivel kedvezőtlenül hat a talaj felvehető vízkészletére és vízmérlegére. A talaj környezeti elem, minősége lassabban, állapota azonban rövid idő alatt is változik (VÁRALLYAY, 2011). Mindkét tényező alakulásában szerepe van a talajművelésnek. Ugyanakkor kevésbé ismert, hogy a művelés – a talajra gyakorolt kedvező vagy kedvezőtlen hatása révén – fontos szerepet játszhat a klímakár megelőzésében és enyhítésében.

Jelen dolgozatban három témakört érintünk, ezek (a) művelési felkészülés a klíma előrejelzésben megjelölt tényezők kezelésére, (b) példák csapadékos és száraz idényben a talajra veszélyes jelenségekről, (c) néhány fontos kárcsökkentési módszer bemutatása.

Anyag és módszer

Jelen dolgozathoz kísérletben és monitorozással gyűjtött adatokból leszűrt konklúziókat használtunk fel. Hatvan térségében (47°41'N, 19°36'E, 136 m a.s.l.) a Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságban ülepedésre közepesen érzékeny csernozjom (Calcic Chernozem, WRB, 2006) talajon 2002-ben állítottunk be tartamkísérletet (BIRKÁS, 2010), ugyanezen a termőhelyen 2004 óta nyaranta ismételünk tarlókísérletet (KALMÁR et al., 2013). A tartamkísérlet egytényezős, sávos véletlen elrendezésű, négyismétléses, amelyben hat kezelést alkalmazunk. A kezelések: direktvetés, sekély tárcsás (12–15 cm), sekély és középmedély kultivátoros (15 cm és 25 cm) művelés, szántás felszín elmunkálással (32–33 cm), és lazítás (40 cm). A kistérségben a csapadék sokévi átlaga 580 mm. Átlagosnak minősíthető a 2002. és a 2006. év. Száraz volt a 2003. év (–138 mm), a 2004. (–101 mm), a 2011. (–283 mm), a 2012. (–286 mm), csapadékos volt a 2005. (+125 mm), a 2008. (+152 mm), a 2010. (+371 mm). A 2007. és a 2009. években a tenyészidő volt csapadék hiányos. A 2013. évben 572 mm csapadék hullott, ebből 68% az első félév alatt. A szélsőségeket igazolja továbbá, hogy a 2014. év első 4 hónapjában 93 mm, majd szeptember végéig 429 mm volt a csapadék.

A kísérletben havonta, időjárási jelenségek esetén hetente-kéthetente mértük a következő tényezőket: lazult-réteg mélység műveléskor, a tenyészidei ülepedés mértéke, tömörödés kialakulása és kiterjedése, rögösség műveléskor, az agronómiai szerkezet, benne a morzsa és a por aránya, a por aránya a felszínen és a felső 15 cm rétegben, a por lemosódása, a felszín eliszapolódása, a felszíni kérgesség, a kérgvastagság, talajhőmérséklet, és a CO₂ emisszió. A folyamatos mérések teszik lehetővé a kár kialakulásának, súlyosbodásának, következő évekre áthúzódásának nyomon követését. A kérgesség és az agronómiai szerkezet elkülönítésénél klasszikus ajánlásokat is figyelembe veszünk (DVORACEK, 1957).

A méréseket és az értékelést a szabványok szerint (CSORBA et al., 2011; VÁRALLYAY & FARKAS, 2008; SVÁB 1981; SOIL SAMPLING PROTOCOL, JRC, 2010) végeztük. A monitorozott területek a következők: 1. Mátraalja, 2. Dél-Borsod, 3. DK Magyarország (Csongrád és Békés megye déli része), 4. Dél Baranya (határon átnyúló).

Jelen tanulmány összefoglaló jellegű, korábbi eredmények következtetéseit (BIRKÁS 2008, 2009, 2010, 2011, BIRKÁS et al., 2010, 2012, 2014; BOTTLIK et al. 2014) tartalmazza, az 1. és 2. táblázat ehhez a cikkhez készült.

Vizsgálati eredmények

A klíma scenáriók és a feladatok

A térségre vonatkozó klíma scenáriók jelenségeit, a talajokra gyakorolt hatásukat, és a kapcsolódó feladatokat az 1. és 2. táblázat mutatja.

1. táblázat. Az enyhe tél, több csapadék kezelhetősége

Jelenség (1)	Következmény (±) (2)	Feladat (3)
Enyhe / esős ős (4)	Talajállapot romlás aratáskor, műveléskor (a)	Jobb időzítés + talajkímélő eszköz használat (b)
Több csapadék (5)	Több tárolt víz a talajban / optimális beázás (c)	Lazult állapot + vízvisszatartó felszín (d)
Kevesebb csapadék (6)	Kevesebb tárolt víz a talajban (e)	Vízvisszatartó felszín kialakítása (f)
Szélsőséges csapadék-eloszlás (7)	Víz és aszály stressz váltakozása (g)	Folyamatos nedvesség szabályozás (h)
Ismétlődő fagyok (8)	Porképződés a felszínen (i)	Egyengetett felszín áttelelés előtt (j)
Fagy-por képződés (9)	Eső eliszapolja, szél elhordja (k)	Felszínvédelem (takarás) (l)
A fagy elmarad (10)	Kevesebb por: mérsékelt tél-hatás (m)	A hantositás kerülése (n)
Sok hó (11)	Több nedvesség a talajban / felszín eliszapolódás (o)	Lazult talaj + felszín takarás (p)
Keves hó / nem hullik hó (12)	Kevesebb víz tárolódik a talajban (?) (r)	Vízvisszatartó felszín kiképzése (s)
Erős szelek (13)	A takaratlan talaj veszélyeztetett (t)	Takarás kritikus hónapokban (u)
Tavaszkésés (14)	Hideg és nedves talajok (v)	Talajhoz adaptált művelő- és vetőgép (z)

Az enyhe és csapadékos tél esetén a talajban több víz tárolódhat, ha állapota arra alkalmas. A csapadékos téli félév a talaj nedvességtároló képességének fenntartását, és fokozását teszi szükségessé (BIRKÁS, 2008). A megkésített művelések során, a már többnyire nedves talajon több állapothiba keletkezhet. A téli szeles napok gyakorisága a vízvesztés elkerülésére, az őszi alapművelések őszi elmunkálására irányítják a figyelmet. A tavaszi vetésű növények biztonságos termesztéséhez az elővetemény után a talajban maradt nedvességre is szükség lesz. Számításba kell venni a fagyhatás elmaradását vagy esetlegességét. A fagy mentesség a túlművelt, elporosított talajokon kedvező eredményt hozhat, kora tavasszal kevesebb szélkár következhet be. Mivel a fagymorzsa fizikai aprózódás eredménye, nem képes a csapó esőknek és az erős szélnek ellenállni. Az esők hatására részleges vagy teljes felületi eliszapolódás következhet be. A degradált, és a könnyű talajokon valóban fontossá válhat a felszín tarlómaradványokkal való

takarása. Az ősszel hantosan szántott, egyébként nem degradált talajokon a fagyhatás elmaradása elmunkálásra készíthető, ugyanis a 300 mm-nél nagyobb hant-méret nem képes átázni. Az enyhébb, csapadékosabb, szeles telek az alapművelés és elmunkálás kombinálását, a rögsödést előidéző körülmények kerülését, a hatékony rögaprítást, a szerkezetrombolás megelőzését helyezik előtérbe (BIRKÁS 2009; BIRKÁS et al. 2010).

2. táblázat. A meleg, száraz nyár kezelhetősége

Jelenség (1)	Következmény (±) (2)	Feladat (3)
Hő-stressz (4)	Vízhiány, kérgesedés, repedezés (a)	Felszintakarás, szervesanyag kímélés (b)
Aszály (5)	Talaj kiszáradás, repedezés (c)	
Kevés csapadék (6)	Száraz talaj / nehéz művelhetőség (d)	Folyamatos víz- és szervesanyag kímélés, optimalizált trágyázás (f)
Szélsőséges csapadék- eloszlás (7)	Víz- és hő-stressz váltakozása (e)	
Eső-stressz (8)	Talajszerkezet károsodás, eliszapolódás, por- és tápanyag lemosódás (g)	A talaj vízbefogadó képességének fenntartása + felszintakarás (h)
Jégverés / vihar (9)	Talaj, növénykárosodás (i)	Felszínvédelem (j)
Eső és hő váltakozása: eliszapolódás, kérgesedés (10)	Talajszerkezet és élőhely károsodás (k)	Folyamatos talajszerkezet védelem (l)
Hő tűrő gyomok (11)	Nedvesség és tápanyag veszteség (m)	Jól időzített védelem (n)
Hő-tűrő kártevők és kórokozók (12)	Élőhely romlás (o)	Pontos előrejelzés, megelőzés, védekezés (p)

A meleg és száraz nyár a vízvesztő talajművelés elhagyására, a nedvesség- és szénkímélés szükségességére irányítja a figyelmet. A vízkímélő tarlóművelés várhatóan nagyobb értéket fog képviselni (KALMÁR et al., 2007, 2013). A várható klíma helyzet ismételten alátámasztja a vízbefogadásra és tárolásra képes, tömör rétegtől mentes talajállapot létrehozásának fontosságát. A víztárolás szempontjából az aktív gyökérszóna mélység – legalább 40 cm – megtartása, illetve kialakítása lehet a megoldás, amely esélyt adhat a nyári szárazság minél kisebb termésvesztéssel való átvészelésére (BIRKÁS 2007; BIRKÁS et al., 2010). A szél és vihar károk enyhítése a talajszerkezet kímélését, a rög- és porképző műveletek kerülését, a talajbolygatás ésszerűsítését, a felszintakarás idejének kitolását (aratástól vetésig, és utána is, KALMÁR et al. 2013) teszik szükségessé.

A talajokra veszélyes jelenségek csapadékos és száraz idényben

Tartamkísérleti mérési adatok, emellett több termőhelyre kiterjedő felvételezés a klíma jelenségekkel összefüggő kockázat növekvő számát mutatják.

A csapadék többlettel összefüggő jelenségek között a következőket találtuk a talajokra veszélyesnek (BIRKÁS & KISIC et al., 2014): 1) a száraz időszakban művelési hiba miatt, valamint a fagyhatásnak betudhatóan a felszínen kialakult por eliszapolódik. A kár mértéke a talaj minőségétől és a kitettségtől függően mérsékelt, közepes vagy súlyos (BOTTLIK et al. 2014). 2) Az eliszapolódott felszín erősen limitált vízbefogadó képessége miatt vízpangás alakul ki. 3) Káros vízpangás következik be a talajban meglévő tömör talp réteg fölött. 4) Az ismétlődő esőknek és beázásnak betudhatóan a talaj lazultsága romlik vagy megszűnik, kedvezőtlenül összeállt állapot alakul ki. 5) A por és kolloid a

felszínről az első tömör réteggig mosódik a talajba, és ott kiülepedve járul hozzá a tömörödés kiterjedéséhez. 6) Két esős periódus közötti szárazabb időszak alatt a talaj felszínén eliszapolódott réteg kemény kéreggé áll össze. Tapasztalataink szerint a kérgesedés aránya adott területen szorosan összefügg az eliszapolódott terület nagyságával (BOTTLIK et al. 2014).

A száraz és meleg idényekre jellemző jelenségek ugyancsak talajminőség romlást idéznek elő (KALMÁR et al., 2013): 1) A talaj a meleg és száraz időszak alatt folyamatosan veszít a nedvességéből. A folyamat súlyossága függ a talaj minőségétől és a száraz periódus hosszától. 2) A csapadék hiánya súlyosabb a vízmozgást gátló tömör réteggel lerontott talajokon (BOTTLIK et al. 2014). A tömör réteg alatt meglévő nedvesség ilyen körülmények között kihasználatlan marad. 3) A nedvességhiány miatt visszaesik a morzsaképződés. A kár mértéke a talaj kitettségétől és minőségétől függ. 4) A hő-stressz és a vízhiány-stressz visszaveti a kedvező biológiai folyamatokat (giliszta tevékenység, feltáródás). 5) Az esős periódus alatt eliszapolott talajokon vastag kéreg alakul ki. 6) Az esős periódus alatt bekövetkezett duzzadást ellenkező folyamat, a zsugorodás váltja fel, a talajok megrepedeznek.

A folyamatos klímakár monitorozás során megfigyelhető volt a károk kumulálódása. A károk mértéke attól függött, történt-e közben enyhítő beavatkozás. Figyelmet érdemel az a tapasztalat is, amely szerint a talajban okozott mechanikai károk egymást követő szélsőséges idényekben tovább súlyosbodhatnak. A száraz idényre jellemző szerkezet degradálódás (pl. a porosodás) a következő nedves idényben súlyosbítja a klímával összefüggő károkat (pl. por lemosódás, tömör réteg kiterjedése). Ellenben a nedves idényben tipikus szerkezet romlás a következő száraz idény nehézségeit fokozza (pl. limitált nedvesség mozgás). Az előző évekről áthúzódó kár-jelenségekre tipikus példák adódtak az 2009-2014 közötti idényekben: 1) A 2009. száraz nyáron a művelések nyomán keletkezett por a következő év esőivel a talajba mosódva növelte a tömörödést, amely adott esős idényben tovább súlyosbodott. 2) A 2010. csapadékos évben káros mérvű por- és kolloidleomosódás következett be. A talajok felső 0-25-30 cm rétege ülepedett, és összeállt. A következő idény csapadék hiánya miatt e jelenség aszálykárt súlyosbító tényezővé vált. 3) A 2011. őszi mélyebb alapműveléseket (lazítás, szántás) erőteljes rögzösödés jellemezte. A rögek felszínén tavaszra nagy mennyiségben keletkezett ún. fagy-por. 4) A 2012. év újból száraznak bizonyult, emiatt a talajokon természetes morzsaképződés nem vagy csak korlátozottan következett be (BOTTLIK et al. 2014). Az őszi alapműveléseket újra rögzösödés, a megkísérelt porhanyítást kedvezőtlen mérvű porképződés kísérte. 5) A 2013. tél végén és kora tavasszal hullott sok csapadék hatásai között az eliszapolódás, a por- és kolloid lemosódás, a talajban korábban kialakult tömör réteg kiterjedése, az ülepedés, és a művelt réteg összeállása minősül károsnak. Az elhúzódó hideg időszakot gyors felmelegedés követte, amely további talajminőség romlást okozott. Az ősszel vetett növények soraiban az eliszapolódást erős kérgesség váltotta fel (BOTTLIK et al. 2014). Az ősszel művelt talajokon vetés előtt, és azt követően sajátos jelenségek alakultak. Az eliszapolódást követő kérgesedés a tavaszi magágykészítés és vetés során enyhült, azonban a kéreg alatt nedvesen maradt talaj sérülékennyé vált. A vetés mélysége alatt (magágy-alap) a talaj állapota művelés eredetű tömörödéssel lett lerontva. A talajon járás tömörítő hatását (technológiai taposás) sem lehetett elkerülni. A tömör magágy-alap a tavasz végén ismétlődő esők után még tömörebbé vált, ezen felül kiszélesedett. A normális nedvességforgalom gátlása a nyári száraz periódus alatt termés csökkentő tényezővé súlyosbodott. Az őszi művelések minőségét újra rögzösödés, hantosság határolta be. A művelt rétegben eltemetett rögek az enyhe és száraz tél folyamán nem porhanyultak át. 6) A 2014. évi idény kezdetén száraz, sok helyen elporosított

talajok a következő hónapok (május-szeptember) alatt hullott csapadéknak köszönhetően mélyen beáztak. E kedvező jelenség mellett azonban újra bekövetkezett a por- és kolloid lemosódás, az eliszapolódás, a szerkezet összeállás, és az ülepedés. Az esők közti rövidebb száraz periódusok alatt ismét vastag kéreg képződött a talajokon. A klíma eredetű károk a gazdálkodási eredetű károkkal súlyosbodtak úgy a nyári és az őszi eleji betakarítás idején, mint az őszi talajművelés során.

A szélsőséges klíma jelenségek talajra gyakorolt hatásának vizsgálata során új kifejezéseket alkottunk. Ezek a következők. Klíma-kár, vagyis az időjárási szélsőségekből eredő, nem gazdálkodástól függő jelenség. Aratási taposás, vagyis nyári vagy őszi betakarítás alatt a beázott talajokon okozott fizikai kár. Áttelelésre alkalmas talajfelszín, vagyis a fagy porosító hatását megelőzendő, ősszel egyenletesre munkált, nem tömörített felszín. Télhatás a talajon, vagyis a fagy hiányában is bekövetkező porosodás jelensége. Fagy-por, vagyis a fagymorzsnak mondott frakció, amely méretét tekintve valójában por. Első, második, és harmadik védőréteg aratás után, amelyek sorrendben a) zúzott szalma vagy szár a talaj felszínén, b) hántással kialakított védő réteg, c) kémiaileg előlt árvakelés és gyom tömeg a felszínen, amely kiegészíti a felszín védelmét). Klíma stressz tűró talajfelszín nyáron, ősszel, télen, vagyis a talaj érzékenységeinek eredményes enyhítése műveléssel, és takarással. Eső-stressz, zápor-stressz, vagyis ütő, morzsaromboló hatás a talaj felszínén.

Néhány fontos ajánlás a kármegelőzéshez és a kár csökkentéshez

A kutatásoknak köszönhetően gazdálkodást segítő ajánlások fogalmazhatók meg. Ezek tíz pontban a következők:

1. A klímaváltozás vitatható, azonban a hitetlenkedés helyett felkészülésre van szükség, mielőbb, és minél alaposabban.
2. A károk pontos elkülönítése szükséges. A klíma vagy gazdálkodási eredetű kár másként bírálendő el. Ugyanakkor a két féle kár sajnálatosan erősíti egymást.
3. A klíma-érzékenység okainak alaposabb ismerete szükséges. Különösen a talajok szervesanyag tartalma veendő górcső alá, mivel a pazarlás, rossz (jónak hitt) gyakorlat hozzájárul a fogyáshoz (pl. a szervesanyag vesztő művelés), ezáltal a klímával szembeni kitettség fokozódásához.
4. A kár csökkentés módszereit meg kell tanulni, a tanultakat az újabakkal kell megerősíteni.
5. Kisebb károkozás a talajon szélsőséges időben eredményként vehető figyelembe.
6. Talajra kritikus időszakok kibővültek. A nehézségek alapján felállított sorrend: a) nyári tarló-fázis, b) nyár végi vetés, c) a tavaszi vetés, d) őszi művelés, e) áttelelés.
7. A talajok kiemelt védelemre szorulnak a kritikus időszakokban.
8. A tarlómaradványok érték szerinti megbecsülése – kihasználhatóságuk a talaj védelmében – sokáig nem halogatható. Újra át kell gondolni a tarlómaradványból energiát törekvést.
9. A szervesanyag védelem a talaj, a környezet fenntartása, a klímakár csökkentés érdekében szükséges.
10. A klíma védelmet alapozó talajművelés jellemzői a hatékony vízbefogadás, tárolás, és nedvesség visszatartás.

A klímakár-csökkentő talajművelés kulcskérdései összességében a talajminőség javítás, benne a nedvesség és szervesanyag kímélésen keresztül a talajok érzékenységének enyhítése.

Összefoglalás

Napjainkban mind gyakoribbak a kedvezőtlen klíma jelenségek. A feladat adott, a növénytermesztést alapozó talajművelésben kárcsökkentő módszereket kell kidolgozni, és bevezetni. Dolgozatunkban a talajokat veszélyeztető lehetséges klíma jelenségeket a megelőzési és kárcsökkentési módszerekkel együtt mutatjuk be. A csapadékos téli félév a talaj nedvességtároló képességének fenntartására és fokozására irányítja a figyelmet. Az enyhébb, szeles tél, a hó esetlegessége, a téli vízvesztés minimalizálása az őszi alpművelések őszi elmunkálását feltételezi, a talaj vízbefogadó képességének megtartásával együtt. A meleg és száraz nyár a vízvesztő művelés elhagyása, nedvesség- és szénkímélés esetén lesz átvészeltető. Alkalmazandó módszerek a felszintakarás, a tarlok sekély, mulcshagyó művelése, és a talaj adott nedvesség állapotához adaptált alpművelés. A növények biztonságos termesztéséhez az elővetemény után talajban maradt nedvesség megtartása is szükséges.

Összegeztük a csapadék többlettel összefüggő talajminőség romlást kiváltó jelenségeket. A száraz időszakban a felszínen kialakult port az ismétlődő esők eliszapolják. Az eliszapolódott felszínen és a talajban lévő tömör talp réteg fölött vízpangás alakul ki. A por és kolloid a felszínről az első tömör rétegegig mosódik a talajba, ott kiüledve járul hozzá a tömörödés kiterjedéséhez. Két esős periódus közötti szárazabb időszak alatt a talaj felszínén eliszapolódott réteg kemény kéreggé áll össze.

A száraz és meleg idényekre jellemző jelenségek között legismertebb a talaj nedvességvesztése, és kiszáradása. Korábban igazoltuk, hogy a csapadék hiány a vízmozgást gátló tömör réteggel lerontott talajokon súlyos károkhoz vezet, mivel a tömör réteg alatt meglévő nedvesség kihasználatlan marad. A hő-stressz és a vízhiány-stressz visszaveti a giliszta tevékenységet, a tarlómaradvány feltáródást, és a morzsaképződést. A kérgesedés megelőző fázisai esős periódusban az eliszapolódás, száraz idényben a porosodás. A zsugorodás látható jele a talajok repedezése.

Kutatási eredményeink szerint a talajművelés a klímakár csökkentés fontos eszköze. A monitorozás alapján megerősíthető, a kedvezőtlen klíma eredetű jelenségek hatását gazdálkodási hibák súlyosbítják. Bizonyos, hogy a klasszikus művelési elvek többsége nem felel meg a kárenyhítés feladatának. A szélsőséges időjárási, vízgazdálkodási helyzetekre időben fel kell készülni, és szakmai választ kell rájuk adni.

Köszönetnyilvánítás: A munka a VKSZ-12-1-2013-0034 Agrárklíma 2 projekt, továbbá mezőgazdasági vállalatok – GAK Kft. Kísérleti és Tangazdaság Hatvan-Józsefmajor, Agroszen Kft., Belvárdgyulai Mg. Zrt., Bóly Zrt., Dalmand Zrt., Kvernaland Group Hungária Kft., Mezőhegyesi Ménesbirtok Zrt., P.P. Orahovica (HR), Vásárhelyi Róna Kft, TerraCoop Kft., Väderstad Kft.), Žitar d.o.o. (HR) – támogatásával folyt.

Kulcsszavak: klíma kockázat, eső-stressz, szárazság-stressz, talajvédelem

Irodalom

- BARTHOLY, J., PONGRÁCZ, R., 2007. Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change*. 57. 83–95.
- BIRKÁS M., 2008. A növénytermesztés és a klímaváltozás összefüggése. In: HARNOS Zs. & CSETE L. *Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom, kutatási eredmények*. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. pp. 131-135.
- BIRKÁS M., 2009. A klasszikus talajművelési elvárások és a klímakár csökkentés kényszere. *Növénytermelés*. 58. 123–134.
- BIRKÁS, M., 2010. Long-term experiments aimed at improving tillage practices. *Acta Agr. Hung.* 58. 75–81.
- BIRKÁS, M., 2011. Tillage, impacts on soil and environment. In: GLINSKI, J., HORABIK, J., LIPIEC, J. *Encyclopedia of Agrophysics*. Springer. Dordrecht. pp. 903–906.
- BIRKÁS M., BENCSIK K., STINGLI A., 2007. A talajminőség jelentősége a klímaváltozásokkal összefüggésben. *Acta Agr. Ovariensis*. 49. 135–140.
- BIRKÁS M, SZEMŐK A., MESIĆ, M., 2010. A klímaváltozás talajművelési, talajállapot tanulságai. „Klíma-21” Füzetek. 61. 144–152.
- BIRKÁS M., KALMÁR T., KISIĆ I., JUG D., SMUTNÝ V., SZEMŐK A., 2012. A 2010. évi csapadék jelenségek hatása a talajok fizikai állapotára. *Növénytermelés*. 61. 7–36.
- BIRKÁS, M., KISIĆ, I., MESIĆ, M., JUG, D., KENDE, Z., 2014. Climate induced soil deterioration and methods for mitigation. *Agr. Cons. Sci.* (megjelenés alatt)
- BOTTLIK, L, CSORBA, SZ, GYURICZA, CS, KENDE, Z., BIRKÁS, M., 2014. Climate challenges and solutions in soil tillage. *Appl. Ecol. Env. Res.* 12. 13–23.
- CSORBA SZ., FARKAS CS., Birkás M., 2011. Kétpórusú víztartóképesség-függvény a talajművelés-hatás kimutatásában. *Agrokémia és Talajtan*. 60. 335–342.
- DVORACSEK M., 1957. A cserepesedés. In: DI GLÉRIA J., KLIMES-SZMIK A., DVORACSEK M. *Talajfizika és talajkolloidika*. Akadémiai Kiadó. Budapest. pp. 470–473.
- KALMÁR T., BIRKÁS M., STINGLI A., BENCSIK K., 2007. Talajművelési módszerek hatása szélsőséges művelési idényekben. *Növénytermelés*. 56. 263–279.
- KALMÁR, T., BOTTLIK, L., KISIĆ, I., GYURICZA, C., BIRKÁS, M., 2013. Soil protecting effect of the surface cover in extreme summer periods. *Plant, Soil and Env.* 59. 404–409.
- SOIL SAMPLING PROTOCOL, 2010. JRC.
http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/soil_sampling/index.html
- SVÁB J., 1981. *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SZALAI, S., LAKATOS, M., 2013. Precipitation climatology of the carpathian region and its effects on the agriculture. *Növénytermelés*. 62. 315–318.
- VÁRALLYAY, GY., 2011. Water-dependent land use and soil management in the Carpathian basin. *Növénytermelés*. 60. 297–300.
- VÁRALLYAY GY., FARKAS CS., 2008. A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In: HARNOS Zs., CSETE L. *Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom, kutatási eredmények*. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. pp. 91–129.
- WRB, 2006. *World Reference Base for Soil Resources*. FAO. Rome.

Role of the environmentally-sound soil tillage in the climate damage mitigation

BIRKÁS, M., KENDE, Z., PÓSA, B.

Institute of Crop Production, Faculty of Agricultural and Environment Sciences, Szent István University

Summary

According to the scenarios four main climate induced risk factors can be expected in the Carpathian basin, that are milder winters with more precipitation, warmer and dry summers, extreme fluctuations in the annual distribution of the total precipitation and increased numbers of windy and stormy incidences. In this study probable climate phenomena that are endangering soil quality and methods for prevention and mitigation are presented. Reviewing the predicted factors the probable measures of soil tillage relation are listed and discussed in details in this paper. Impacts of climate phenomena on soils were studied in a long-term soil tillage trial conducted in a Cernic Chernozem soil and in the monitored sites located at Mátraalja (1), south Borsod (2), SE Hungary (3) and south Baranya (4) with different types of soil. Purpose of the examinations were presenting examples of soils deterioration to be typical in seasons and to confirm that tillage should be an important tool realising soil preservation solutions in the practice. The effects of the rain stress e.g. washing dust and clay colloids down, surface siltation, soil settlement, extension of the existing compact layer and deteriorating crumb fraction in regional soils are demonstrated. Negative impacts of the drought stress on soils were also discussed, among others soil desiccation, unutilised water below serious pan layers, crumb reduction and increased dust and crust formation.

The continuous monitoring gave a chance to assess the cumulative impact of the climate and farming induced damages. The structure degradation (dust formation) formed in a dry season has increased the damages – e. g. dust leaching, extension of the compact layer – in the following wet season. However, the structure deterioration ensued in the wet seasons has really increased the difficulties in the next dry season (e.g. by limited water transport). The degree of the cumulative damage in soils depended on the result of the alleviation steps, e.g. a subsoiling that created cloddy state has not improved the former compacted state.

Summarising the alleviation methods 10 points were listed helping the possible steps for climate damage mitigation measures. We may outline that considering the predicted climate extremes most of classical beliefs – e. g. creating bare surface after harvest, summer ploughing is acceptable, shallow tillage may adequate for cereals or for oilseed rape, winter ploughing may realise in soil covered by snow – are to be supervised.

Key words: climate risk, rain-stress, drought-stress, soil protection

Table 1. Controllability of the mild winter and more precipitation (1) Phenomenon, (2) Consequence (\pm), (3) Task, (4) Mild /rainy autumn, (5) More precipitation, (6) Short of precipitation, (7) Extreme distribution of precipitation, (8) Repeated frosts, (9) Frost-dust formation, (10) Lack of frost, (11) Abundant snow, (12) Less / no snow, (13) Strong winds, (14) Lateness of spring, (a) Soil state deterioration in the time of harvest and tillage, (b) Better timing + use soil conserving tillage tools, (c) More stored water in soil / optimal leaking, (d) Loosened soil state + water retaining

soil surface, (e) Less stored water in soil, (f) Creating water conserving surface, (g) Alternating water and drought stress, (h) Continuous moisture regulation, (i) Dust formation in the surface, (j) Levelled surface before wintering, (k) Rain may silt, wind may remove, (l) Surface protection (cover), (m) Less dust: moderated winter effect, (n) Avoiding clod formation, (o) More moisture in soil /surface silting, (p) Loosened soil + surface cover, (r) Less stored water in soil, (s) Createing water retaining surface, (t) Bare surface is exposed to the climate, (u) Surface cover during critical months, (v) Cool and wet soils, (z) Tillage and sowing machine adapting to the soil condition.

Table 2. Controllability of the warm and dry summer. (1) Phenomenon, (2) Consequence (\pm), (3) Task, (4) Heat stress, (5) Drought, (6) Short of precipitation, (7) Extreme distribution of precipitation, (8) Rain stress, (9) Hail/storm, (10) Altering rain and heat: siltation, crusting, (11) Heat tolerable weeds, (12) Heat tolerable pests and diseases, (a) Short of water, Crusting, cracking, (b) Surface cover, organic matter preservation, (c) Soil drying, cracking, (d) Dry soil, limited workability, (e) Altering water and heat stress, (f) Continuous water and organic matter preservation, optimised fertilisation, (g) Soil structure deterioration, siltation, dust and nutrient leaching, (h) Maintaining water infiltration capacity and surface cover, (i) Soil and plant damaging, (j) Surface protection, (k) Soil structure and habitat deterioration, (l) Continuous soil structure protection, (m) Loss of water and nutrient, (n) Well-timing protection, (o) Habitat deterioration, (p) Exact forecast, prevention, protection.