

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A NÖVÉNYTERMESZTÉSI GYAKORLATRA

Birkás Márta*

1. Bevezetés

A növénytermesztés a több célra – élelmiszer, takarmány, vetőmag, energia, zöldtrágya – hasznosítható növényi biomassza előállítása érdekében végzett gazdasági tevékenység. A termesztés érdekében végzett eljárásokkal szemben ésszerű elvárás a kockázat csökkentés, a minőségi követelmények teljesítése, a hatékonyság, a reális költséggel megvalósíthatóság, a minél kisebb környezet károsítás, vagyis a fenntarthatóság.

A klíma elemek mindig is hatással voltak a növénytermesztésre. A szántóföldeken az utóbbi két évtizedben tapasztalt termésingadozást a termelők, és a témakör elemzői jórészt a klimatikus szélsőségeknek tulajdonítják. Ezzel együtt *számos példát találunk arra, hogy a növénytermesztés korábban bevált – évszázadok alatt kifejlesztett – módszerei kevésbé alkalmasak az időjárási szélsőségek kivédésére*. A növénytermesztés élelmiszerellátásban betöltött alapvető és más mezőgazdasági ágazatokhoz kapcsolódó kiegészítő szerepe halasztást nem tűrően veti fel a védekezés és alkalmazkodás lehetőségeinek számba vételét, a tudományos igénnyel kidolgozott praktikus módszerek terjesztését, és – tekintettel a változékony klímára – azok folyamatos fejlesztését.

A termés mennyiségét és minőségét befolyásoló tényezők között a csapadék mennyiségén és eloszlásán túl több szempontot, és a köztük lévő kölcsönhatásokat is célszerű vizsgálni. Az adott tenyészidőben ugyanis valamennyi klíma jelenség (pl. tartós hideg, korai vagy kései tavaszodás, a hideg és a forróság közti rövid átmenet, lehülés virágzáskor, magkötéskor stb.) hatása fontos lehet. A növény reagálását a klímajelenségekre alapvetően befolyásolja a genetikailag meghatározott ellenálló képessége, valamint a fellépő stresszekkel szembeni edzettségi állapota (Veisz–Bencze 2008). Az első feltétel nemesítéssel alakítható, a második a termesztési eljárásokkal befolyásolható. Ez utóbbi érdekében fontos az is, adott csapadékos vagy száraz időben érvényesül-e a jobb elővetemény hatása, vagy elveszik, javul vagy sem az ún. kedvezőtlen elővetemény hatása, kielégítő vagy hiányos a talajok tápanyag-ellátottsága, milyen a növényvédelem szintje és időzítése. Végül pedig, a termesztés rendszere, benne a talajművelés, hogyan vizsgálja a különböző termőhelyeken a különböző klíma jelenségek fellépésekor.

Úgy látjuk, *a szélsőséges időjárási helyzetek szakértő elbírálást igényelnek, fel kell, és fel is lehet rájuk készülni, és szakmai választ kell rájuk adni*. A növekvő gyakoriságú szélsőséges időjárási és vízforgalmi helyzetekre való felkészülés kulcskérdései lehetnek a talajminőség javítás, benne a szervesanyag kémelésen keresztül a talajok érzékenységeinek enyhítése, és a talajvízháztartás szabályozása.

2. A növénytermesztés háttere

2.1. Talaj és talajminőség

A klíma szélsőségek gyakorisága újabb problémát is felvet, pl. a növénytermesztés alapvető feltételei közé sorolt termőhelyi alkalmasság kérdését. Amikor országunk

* Dr. Birkás Márta tszv. egyetemi tanár, az MTA doktora, SZIE MKK Növénytermesztési Intézet Földműveléstani Tanszék, Gödöllő

növénytermesztési lehetőségeiről esik szó, akkor többnyire a kedvező jelzőt használják, amely általánosságban igaz is. Tekintsük át azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a termőhelyek alkalmasságát, s ugyanúgy a klímával szembeni érzékenységet.

Magyarország összterülete 9,303 millió ha, amelynek 62,3%-a (5,8 millió ha) mezőgazdasági terület, és ebből 78% (4,5 millió ha) a szántóterület. *Fizikai féleség* szerint a talajok 15%-a homok, 12%-a homokos vályog, 47%-a vályog, 26%-a agyagos vályog és agyag. Elméletileg átlagos évben ezeken a talajokon kevesebb a termesztéssel kapcsolatos gond. Száraz idényben főként a könnyű talajokon (27%) lép fel a *vízhiány*. Ellenben csapadékos idényben káros *víz többlet* a kötött talajokon (26%) alakulhat ki. A 2010-es csapadékos évben – az összes csapadék a termőhelyek többségén elérte vagy meghaladta az 1000 mm-t – káros víz többlet bármely síkvidéki talajon kialakult, a domboldalakon pedig a felszín alatti vizek felszínre törése okozott váratlan gondot.

Fontos adat a *talajok* tömörődéssel és szerkezet pusztulással szembeni *érzékenysége*, ebből a klímakárokkal szembeni érzékenységre következtethetünk. Talajaink 34,8%-a érzékeny, 13,9%-a nem, továbbá 23%-a gyengén, 28,3%-a pedig mérsékelt érzékeny (Várallyay–Leszták 1989). Ez azt jelenti, ha kedvezőtlen az időjárás, és ésszerűtlen a használat, az érzékeny talajokon nagy valószínűséggel károk keletkeznek. Súlyosabb klíma helyzetben (mint 2010) a mérsékelt érzékeny talajok is veszélyeztetettek, ekkor a kár a talajok 63%-ra kiterjedhet.

Tovább szűkítik a növénytermesztés esélyeit a *fizikai és kémiai talajhibák* (Michéli et al 2003). A mezőgazdasági terület 35%-a különböző mértékben erodált, és 14%-át sújtja a degradáció (tömörödés, szerkezet romlás) valamely formája. A talajok 12%-a erősen, 43%-a gyengén savanyú. Sós feltalaj a talajok 10%-án, sós altalaj közel 3 %-án fordul elő – zömében az Alföldön.

A *kihasználható talaj mélység* kedvező, 1 méter vagy ennél mélyebb a talajok 86%-án. A szervesanyag tartalom csak viszonylag kedvező: a talajok 70%-án 1–3% közötti, 15%-án 1 % alatti (többnyire homokok), illetve 15%-án (agyagos talajok) 3–5 % között van. Ezek az adatok azt sugallják, *nélkülözhetetlen a klíma érzékenység enyhítésében oly fontos szervesanyag védelme*.



1. kép. Hová folyjon a földről, ha az árok is tele van?

A talajok vízgazdálkodása idénytől függetlenül fontos tényező. Jó vízgazdálkodású a talajok 31%-a, 26% közepes és 43% kedvezőtlen kategóriába tartozik. Nem könnyű elképzelni, de a talaj hazánk legnagyobb kapacitású lehetséges természetes víztározója, ideális esetben az évi csapadék kétharmada egyszerre beleférne (Várallyay–Farkas 2008). Ennek ellenére kialakulnak szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés, vízhiány) a csapadék szeszélyes területi és időbeli eloszlásának, a heterogén mikrodomborzatnak, illetve a sajátos talajviszonyoknak betudhatóan. Az alföldi nehéz mechanikai összetételű, nagy agyag- és duzzadó agyagásvány-tartalmú és szikes talajokon a természetes tulajdonságok, illetve gazdálkodással módosított állapot okán nem használható ki a felső 1 m réteg vízraktározó képessége. Azokon a talajokon, ahol az ún. vizes időszakban elmarad a természetes csapadék tárolása, gyakrabban lép fel az aszálykár. A talajminőség romlás, a természetésre kevésbé alkalmas állapot klímakár súlyosbító tényezők, mivel a tartós szárazság vagy az időszakos csapadék többlet kára kimutathatóan súlyosabb a fizikai és biológiai állapotukban degradált, tápanyagban szegény talajokon.

2.2. Hőmérséklet, csapadék

A térségünkben leggyakoribb, a növénytermesztés eredményességét korlátozó klíma jelenségek a csapadék bősége vagy hiánya, illetve – kritikus időszakokban – a túl alacsony vagy magas hőmérséklet. Magasabb átlaghőmérséklet esetén a növények fejlődése gyorsabb, emiatt vegetációs időszakuk lerövidül, s kevesebb biomasszát fejlesztenek. A légkörben a növekvő szén-dioxid szint (bizonyos határig) elősegíti a biomassa képződést, ezen keresztül növeli a termést (Veisz–Bencze 2008). Ellenben a több hőségnap, különösen, ha kritikus időszakban (pl. termésképzéskor) jelentkezik, kisebb biomassa képződést, minőség romlást von maga után. A tartós vízhiányt okozó aszály következménye ugyancsak kimutatható a termés mennyiségi és minőségi csökkenésében. A csapadékos időszakhoz, amennyiben hideg periódusokkal is nehezített, elhúzódó virágzást, gyenge magkötést, nagyobb betegség-hajlamot, vegyszer érzékenységet, elhúzódó érést, gyengébb terméshozamot és minőséget társíthatunk.

Az éveket, tenyészidőket a csapadék mennyiségétől függően osztályozzuk (Ruzsányi 1996). Ha októbertől a következő szeptemberig hullott csapadék összege legalább 20%-kal kevesebb a sokévi átlagnál, az év aszályos, ha ennyivel több hullik annál, mint amennyi elpárolog, akkor csapadékos. Aszályos évben termésvesztés bármely vetésidőjű növénynél bekövetkezhet, csapadékos évben legfeljebb akkor, ha kritikus időszakban lehűléssel érkezik a többlet. A csapadék rossz eloszlása többnyire kárfokozó tényező. A kevesebb csapadék jó eloszlása esetén a talaj művelése csak szakszerűtlenség esetén nehezebb. Lényeges, hogy a művelés eredetű talajállapot kárkeletkezésének kisebb a valószínűsége.

Amikor az októbertől márciusig tartó időszakban a csapadék 30%-kal kevesebb a sokéves átlagnál, a téli félév aszályos. Mivel a talajban tárolt, felvehető vízmennyiség kisebb, a növények vízellátását a tenyészidei csapadék határozza meg. Az őszen rögzösen szántott, elmunkálatlan talajok a tél folyamán is vizet veszítenek. A legfelső réteg nedvessége tavaszi elmunkáláskor és magágy-készítéskor sem egyenlítődik ki, vetési és kelési hiányok keletkeznek. A tavaszra hagyott alapművelés, a mélyebb bolygatással járó vízvesztés kötött talajokon okozhat behozhatatlan hátrányt. Az októberi, novemberi csapadék bőség a későn lekerülő növények (főleg a kukorica) betakarítását, majd

utána az őszi alaptermés elvégzését is nehezíti. A nedvesség miatt „szalonnás” szántások alatt óhatatlan kialakul az eketalp tömörödés, amely a talaj vízbefogadó és tároló képességét is rontja. A nedves talajon okozott károk – vízzáró réteg gyúrása a felszínhez közel – a kukorica után vetett őszi búza termés-esélyeit különösen akkor rontják, ha száraz időny következik. A sok csapadék a téli félév végén többször nem kedvező. A járhatóság állapotánál nedvesebb talajon lehetetlen időben elvégezni a magágy-készítést és a tavaszi vetéseket. Aki pedig „betartja” a vetésidőt, a taposási, gyúrási károk következményeivel nézhet szembe.



2. kép. Hófogásra jó, de a szántott réteg alatt tömör és elkent.

A nyári félév aszályos, ha a csapadék áprilistól szeptemberig az átlagosnál 30%-kal kevesebb. A nyári szárazság a főként hosszú tenyészidejű, őszi betakarítású növények (kukorica, cukorrépa, cirok, napraforgó, szója) termés biztonságát rontja. A veszteségek esős betakarítási időszakban tovább fokozódhatnak. A művelési időny nagyobb részében száraz talaj megmunkálása nehezkesebb, azonban a minőségbeli hibák nagy része elkerülhető; a száraz beérése, így apríthatósága is jobb, nem akadályozza a művelés. Ellenben az aratás után alkalmazott vízvesztő műveléssel a nyár végi és az őszi vetések sikere kerül veszélybe. A talaj természetes száradása és a szakszerűtlen művelés nedvesség vesztesége között ugyanis jelentős a különbség. A kisebb víztartalom ugyanakkor alkalmat ad a tömör gyökérszóna hatékony átlazítására. A csapadékos nyári félév hatását a víztöbblet fellépésének ideje, és a hőmérséklet is meghatározza. A „leomosás és hűtés” virágzáskor egyértelműen kedvezőtlen, következménye a gyenge magkötés, és a termés csökkenés. A sok csapadék kárt okoz a talajokon is, túlülepednek, levegőtlennek válnak. A csapadékos talajvízszint megemelkedését is maga után vonja. Az áradások termőtalajokat is sújtanak, ugyanígy a mélyről (földalatti vizekből) feltörő ún. vadvizek is. A tartós vízpangás kára a tárolásra alkalmatlanság miatt még súlyosabb a fizikai állapothibás talajokon.

3. A talajművelés a klíma előrejelzések tükrében

A hosszú távú prognózis a 21. század második évtizedétől térségünkre enyhe és kissé csapadékosabb tél, meleg és száraz nyár, illetve szélsőséges csapadékeloszlás valószínűségét mutatja (Bartholy–Pongrácz 2008). A szélsőséghez több szeles és viharos nap járulhat.

Az *enyhe, csapadékos tél* alkalmat ad a talaj víztároló képességének kihasználására, ez a lehetőség elveszik, ha a talaj állapota befogadásra alkalmatlan. A talaj nedvességtároló képességének fenntartása és fokozása ezért kiemelt figyelmet érdemel. Megkésett, nedves talajon végzett művelések során azonban több állapothiba (gyúrás, tömörítés) keletkezhet. A szeles napok gyakorisága az őszi alpművelések őszi elmunkálására, a téli vízkímélésre irányítják a figyelmet. A tavaszi vetésű növények biztonságos termesztéséhez nagy szükség lesz az elővetemény után a talajban maradt nedvesség megtartására. A vízkímélésre, az aratás napjától kezdve minden lehetőséget ki kell használni. Alpműveléskor – bármely eszközzel végzik is – a víz talajba jutását elősegítő, a minél kisebb idényen kívüli veszteséget előidéző állapot kialakítása lesz okszerű. Vízbefogadásra és tárolásra képes, tömör rétegtől mentes talajállapotot kell létrehozni. A tenyészidei szárazság minél kisebb termésvesztéssel való átvészelésére mélyebb (40–45 cm) gyökérszóna adhat esélyt.

Az enyhébb tél a fagyhatás esetlegességét vetíti előre. Mint, ismert, a fagy a túl-művelt, elporosított talajok felszínét tovább aprózza, s ezek a kis frakciók nem képesek ellenállni a csapó esőknek vagy a viharos szélnek. Ezért az elporosított, a homok- és homokos vályog talajokon valóban fontossá válik a felszín tarlómaradványokkal való takarása. Az ősssel rögzösen szántott, nem degradált talajokon a fagyhatás hiánya lehetőleg őszi elmunkálásra kényszerít, ugyanis a 30 cm-nél nagyobb hant jól porhanyíthatóan nem képes átázni. A hantképzés sajnálatos oka a száraz és a tömörödött talajállapot, és a nyári, hiányos tarlóművelés. A kár megelőzés fontos lépései lesznek az őszi alpművelés és elmunkálás kombinálása, a rögzösdést előidéző körülmények kerülése, a hatékony, nem porosító rögaprítás, egyáltalán a szerkezetrombolás megelőzése.



3. kép. Hő- és eső-stressznek kitett takaratlan tarló felszín.



4. kép. A takaró alatt aszályos idényben (2009) is nedves talaj

A *meleg és száraz nyár* – mint már többször tapasztaltuk – rövidítheti a növények tenyészidejét, és csökkentheti a produktumot. A hosszabb tenyészidejű fajták kényszerítését aszálytűrő fajták, hibridek alkalmazásával lehet elkerülni. A gyomokra, víz-felhasználásuk miatt kiemelt figyelmet kell szentelni, mivel több gyomfaj aszály tűrése

jó, s maghozásuk ideje is lerövidül. Meg kell előzni a talaj gyommag készletének növekedését, amely kelésre kényszerítéssel, a kémiai és mechanikai korlátozási módok kombinálásával sikerülhet. A nyár a bolygatott talajok vízvesztésének kritikus időszaka. A hagyományosan vízvesztés fokozó művelések (elmunkálatlan nyári szántás vagy lazítás) helyett nedvesség- és szénkímélő eljárásokat okszerű alkalmazni. Aratás után nedvesség visszatartásra alkalmas, takart felszint célszerű kiképezni, szántás helyett pedig porhanyító-lazító műveleteket alkalmazni. Az energiaárak ugyan nyár végi, őszi vetések előtt a sekélyebb alpművelésre kényszeríthetnek, a klímakár csökkentés azonban a tömör, talp-mentes állapot elérésére készletet. A nyári szélsőséges csapadékeloszlás, a rövid, intenzív esős időszakok kára a talajok vízbefogadásának fenntartása, a felszín kiszáradásának, elporosodásának megelőzése útján védhető ki.

4. Klímakár fokozó növénytermesztési szokások

A művelés célja korábban a talaj termesztésre alkalmas állapotba juttatása volt. *A növény vélt érdekeit tükröző szemlélet napjainkban nem tartható* (Birkás 2009). *A művelés feladata a talajminőség megkímélésén és a javításán keresztül a klíma eredetű veszteségek csökkentése.* A jó fizikai, biológiai és tápanyag kondíciójú talaj ugyanis bármely növény igényeinek megfelel. A kockázatsökkentésben első feladat a kárfokozó művelési szokások megismerése (Birkás 2010).

- *Mély, elmunkálatlan tarlóművelés vagy szántás.* A talaj nappal a bolygatás mélységéig felmelegszik, ezért a vízvesztés egy nyári hónap alatt 15–27 mm lehet, amely két hónap alatt, és szárazság esetén megkétszereződik (1. táblázat). Az így kiszáradt talaj később nagyobb (10–21%-kal) energiával munkálható meg, az árva- és gyomkezelés elhúzódik, s majd az őszi vetésekben okoz gondokat. A tarló mély művelése nedves talajon sem ajánlott, a hagyományos tárcsával összegyűrt talaj kiszáradva élettelen, elmunkálhatatlanná válik. A talajállapot javítás energia igénye 50%-kal lehet több a hiba nélküli műveléshez képest.

1. táblázat. Tarlóművelések különbségei

Szemponatok/Kockázat	Hántatlan talaj	Sekély hántás, lezárt felszín (takarás 35–45%)	Mély hántás, nyitott felszín (takarás 0–10%)	Szántott talaj takaratlan, nyitott felszín
Vízvesztés	közepes – nagy	kicsi	nagy	igen nagy
Vízbefogadás	rossz	jó	jó	jó
Nedvesség tárolás	gyenge	igen jó	gyenge	igen gyenge
Biológiai élet	gyenge	kedvező	gyenge	gyenge
Talajszerkezet védelem	gyenge	igen jó	gyenge-közepes	igen gyenge
Hő-stressz a talajban	nagy	csekély	közepes-nagy	nagy
Szalmafeltárodás	nincs	harmonikus	közepes	gyenge
Művelhetőség javulás	elmarad	kedvező	gyenge	igen gyenge
Szénvesztés kg/ha/nap (friss művelés után)	1,4 – 3,2	3,6 – 4,2	5,7 – 12,0	15,8 – 28,2



5. kép. Eső-stressz nyomai mezőszégi talajon
– szervesanyag kémelés ajánlott!



6. kép. Tárcsatalp tömörödés
– ásópróbával felfedhető.

- A nyáron betakarított növények után a *tarlóművelés elmaradása* vagy *megkésztet elvégzése* a szalma eltávolítása esetén súlyos következményekkel járhat. A takaratlan talajt, mivel megfosztják a hőszigetelő és nedvesség visszatartó rétegtől, a hő- és az eső-stressz is sújtja. A klíma elemeknek kitett talajon az őszi alapműveléshez 20–30%-kal több hajtóanyagra van szükség. A takarás hiánya csapadékos nyáron sem szerencsés, a talaj túlülepedik, benne a biológiai élet ugyanúgy kedvezőtlen, mint a kiszáritott változatban.

- A *felszíntakarás hiánya* a nyári hónapokban védtelenné teszi a talajt a hőséggel és a csapó esőkkel szemben. A klasszikus „feketére művelt” tarló törekvés a szélsőséges klíma okán vált kockázat növelő tényezővé.

- A *talajállapot elhanyagolása* súlyos mulasztás. A művelési hiba eredetű vízzáró tömör (talp) rétegek 10, 15, 20, 25 cm alatt, továbbá 5–10–15 cm kiterjedéssel, egyaránt fokozzák az aszály- és a belvízkárt.

- A *talajállapot* – adott esetben a termesztési kockázat – *ismeretének hiánya* a *termesztési kilátások túlbecsüléséhez vezet aszályos és csapadékos idényben is*. A hiba fel nem ismerése ráadásul a súlyosbodás veszélyét vonja maga után.

- Kevéssé elismert hiba a *talajszerkezet* rombolása, rögzítés, vagy porosítás előidézése a műveléshez alkalmatlan nedvességnél. A rögzösséget további – rendszerint porosító – műveletekkel kísérelik meg csökkenteni. Az elporosodott talaj átázáskor eliszapolódik, kiszáradva pedig cserepesedik; ezek a jelenségek termesztési veszteséggel járnak.

- A *szántás* alapvető művelési eljárás, ezért gyakran elvégzik akkor is, ha a talaj nedvessége arra alkalmatlan. Szárazság esetén rög- és hantképzés, nedves talajon a gyúrás és kenés következik be. A nedvesen szántott talajban kialakult vagy vastagított eketalp a későbbiekben vizet át nem eresztő réteggé válik klímakár fokozó tényezővé. Az őszi hantokban hagyott talaj a tél folyamán egyenetlenül ázik be, kora tavasszal foltosan szikkad, emiatt nagyon nehéz jó magágy minőséget elérni. A szántott talajok felszíne az enyhe és szeles téli időszakban vizet veszít, ezért kockázatos – a kivételektől eltekintve – az őszi elmunkálás elmaradása. A kivételek a nagy nedvesség (amikor a talajon járás is nehézkes), a vízelöntés veszélye, a fokozott víz- és szélérózió veszély lehetnek. Az őszi szántott talajok tavaszi elmunkálásakor a sietség, a járhatóság és az elmunkálhatóság nedvességének figyelmen kívül hagyása a szerkezet károsodásához, a bolygatás alatt tömör réteg kialakulásához vezet.

- Hiba a *tömör eketalp réteg átmunkálására szolgáló lazítás* megkísérlése hántatlan tarlón, kiszáradt talajon. Ekkor a lazítás 15–25%-kal több energiába kerül, ráadásul a talaj rögzösödik, így nehezen elmunkálható, nagy vízvesztő felszín alakul ki. A talaj csak nagyobb esők után ázik be, de az elmunkálás elsietése a visszatömörödés veszélyét hordozza. Nem szerencsés a nedves talaj lazítása sem, a tömör talp nem reped át, így a talaj klíma érzékenysége sem enyhül. Az így felhasznált hajtóanyag a veszteségekhez írható.

- *Kockázatot hordoz szántás és lazítás elmunkálása a 10 cm alatt nedves talajon ún. talpképző eszközzel (hagyományos tárcsával).* A talajba süppedő eszközzel ugyanis „megfelezik” a lazult réteg mélységét, emiatt a gyökerezéshez csak az elmunkálás mélysége marad meg. A mélyebb alapterületre fordított energia is veszteségként jelentkezik.

- *Sekélyművelést, ugyancsak sekélyművelésben részesített elővetemény* után esetenként kényszer takarékoságból, többnyire a talajállapot túlbecsülése folytán alkalmaznak (hagyományos tárcsával). A kedvezőtlen talajállapot kedvező időnyben alig észrevehető, 1–5%, de száraz időnyben 20–35% (súlyos esetben közel 50%) termésvesztést okozhat. Ráadásul a „talpképző” sekélyműveléseket követő évben a mélyebb műveléshez 20–25%-kal több energiára lesz szükség.

- *A magágy-készítés, a vetés előtt több nappal elvégezve* a bolygatott réteg vízvesztését vonja maga után. A vízvesztés miatt elhúzódó kelés száraz tavaszi időnyben nagy kockázat. Különösen a kapás növényeknél kell az egyenletes kelés érdekében jól időzíteni a két munkát.

- A tavasszal sokszor nedves talajon tipikus hiba a *magágy alatti réteg túltömörítése*, ezáltal a vízforgalmat, és a gyökerezést korlátozó tömör réteg kialakítása a felszínhez közel. Ha az időny kezdete száraz, kelési, fejlődési hibák lépnek fel, ha pedig az időny vége száraz, kényszeréréssel kell számolni.

- A talajok ülepedési, tömörödési hajlama, művelhetősége szoros összefüggésben van szervesanyag tartalmukkal. A 2009. évi szárazság, és a 2010. évi sok csapadék legtöbb kárt és veszteséget az eredetileg, illetve a gazdálkodással előidézett alacsony szervesanyag tartalmú talajokon okozott. Éppen ezért a *szervesanyag reciklikáció megvalósítását*, a tarlómaradványok ipari célú eltávolítását súlyos klímakár fokozó beavatkozásnak kell tekintenünk.

- A megváltozott körülményekhez *alkalmatlan művelő eszköz használatot* is a mulasztások közé célszerű sorolni, mivel a leggyakrabban használt ágyeke és a hagyományos tárcsa a száraz, és a nedves talajokon is kárt okoz (jóllehet, használóik nem képesek vagy nem akarják felismerni).

- *A talajok hiányos tápanyag-ellátottsága* a növények nagyobb vízigénye, rosszabb vízhasznosítása, a gyomokkal való versengésben háttérbe szorulása miatt kockázat.

- *A klímához nem igazodó növényvédelem* a növények energiavesztésének növekedése, hő- vagy víz-stresszel szembeni érzékenységének fokozódása folytán sorolható a klímakár fokozó tényezők közé.

- Nem megnyugtató a klíma szélsőségek következményeinek figyelmen kívül hagyása, a nehéz helyzetekre való felkészülés elodázása, a bajok tehetetlen nyugtázása.

5. Klímakár enyhítés – lépésről lépésre

A termesztési beavatkozások akkor járulnak hozzá a klímakár veszteségek csökkentéséhez, ha azok elsődlegesen a talajra (nedvességére, szerkezetére, szervesanyagára) kedvezőek. A teendőket az alábbiakban sorakoztatjuk fel.

- A nyári művelések mélységén, módszerein változtatni kell, mivel a korábbi gyakorlat láthatóan nem alkalmas a klímakárok csökkentésére. A nedvesség és talajminőség megkímélése érdekében sekély, takart és lezárt felszint hagyó tarlóművelés az okszerű (2. táblázat). Amikor a szalmát alom célra eltávolítják, alig marad takaróanyag, a talajok felmelegedését és kiszáradását a felszínükön 4-5 ujjnyi porhanyó, laza szigetelő réteg létrehozásával mérsékelhetjük.

2. táblázat. A nyári talajművelés és a várható klíma kockázat közti összefüggés

Talajművelési eljárás	Felszín elmunkálás	Talaj vízvesztesége	Klímakockázat nyár végi vetéskor
Mélyszántás	van	közepes	közepes
	nincs	nagy	erős
Mélylazítás	van	közepes	közepes
	nincs	nagy	erős
Mulcs-hagyó művelés	van	csekély	kicsi

- A betakarításkor megszűnt árnyékolást új védő réteggel kell pótolni, erre a jól zúzott és jól terített tarlómaradványok néhány napig alkalmasak. Ha kevés a maradvány (pl. borsó után bármely évben, kalászosok után száraz idényben), s a zúzás, terítés is kifogásolható, sekély tarlóműveléssel rövid időn belül porhanyó, szigetelő réteget kell kialakítani.

- A nyáron bolygatott talajok védelmét a felszín 35–45 % takarásával lehet elérni. A takaró a hő- és csapadék-stressztől, a kiszáradástól, és a biológiai élet visszaesésétől óvja a talajokat. A talaj és szalma keverék, a mulcs nem csak szalmakalap, hanem esőköpeny is. A takaróanyag a kritikus hónapok elmúltával a talajba juttatva szervesanyagként hasznosul.

- A talajállapot ismeret hiánya sajnálatosan, és indokolatlanul biztonságérzetet kelt, ezért a rendszeres talajállapot ellenőrzés a nagy értéket képviselő növények tábláin, illetve az utóbbi 5 évben belvíz- és aszály sújtotta területeken elengedhetetlen. A feladathoz könnyen elsajátítható módszerek állnak rendelkezésre (botszonda, ásópróba, művelhetőség próba).

- Az ellenőrzéskor feltárt talajállapot hibák időbeni javítása segít a veszteségek elkerülésében. A tarló fázisban felismert tömör talp az alapműveléssel még javítható, de a magágy-készítés után feltárt hibát csak a következő idényben lehet enyhíteni.

- A talaj vízbefogadását, s a nedvesség gyökérszónába áramlását akadályozó tömör állapotot meg kell szüntetni, helyre kell állítani a talaj harmonikus nedvesség forgalmát. A szélsőséges klíma a nedvesség tárolásának folyamatosságát, a minél jobb vízbefogadás, és minél kisebb veszteség elérését kényszeríti ki. Mély termőrétegű talajokon 25-28 cm (kalászosok, borsó), illetve 40-45 cm (repce, kukorica, napraforgó) lazult réteg mélység nyújt nagyobb biztonságot.

- A vízveszteség csökkentése bármely alapművelési mód alkalmazásakor szükséges. Az enyhébb őszi és tél az őszi alapműveléseknél a nedvesség kímélés kiterjesztését okszerűsíti, minél kisebb párologtató felületet kell hagyni. Jó elvárás, hogy a felszínre jutó víznek minél nagyobb hányada jusson a talajba (felszíni elfolyás, párolgás csökkentése), a talajba jutó mennyiségből minél több tárolódjon (vízraktározó képesség növelése), a talajban raktározott vízből minél több álljon a növények rendelkezésére.

- *Kis vízvesztő felszín kialakítása* bármely időben, de különösen a nyáron okos, vagyis a bolygatott talajt hengerrel kell zárni. Az egyengetett talaj befogadja a csapadékvizet, ugyanakkor kevesebb nedvességet veszít az enyhe és szeles téli napokon. A száraz rögzös talaj nagy felülete vízvesztő, ráadásul a csapadék felvétele is rosszabb. Ezért a nagy hantokat nehéz szeletelő hengerrel kisebbiteni kell, egyúttal a bolygatott talajba nyomni, jobb feltételeket teremtve így a beázásukhoz. A rögzös-hantos „hófogásra hagyott” talaj vízvesztése, száraz tél után a tavaszi vetéseket veszélyezteti. Az őszi kivételek között van a nedves talaj, ugyanis a műveléssel okozott kárt az elmunkálás is fokozná. Később, a gépmozgásokra alkalmassá vált talaj felszínét – függetlenül az évszaktól – kisebbiteni célszerű. A nagy agyagtartalmú, szalonnásan szántott réti talajon a téli vagy kora tavaszi elmunkálás csak a felszín pirkadását követően tanácsos, lehetőleg olyan eszközzel, amely nem gyúrja össze a szántott réteg közepét. A szerkezet nélküli, a kémiai hibás, vagy a kis humusztartalmú talajokon a szántások felszínének csökkentése csak durva egyenetlenségek esetén ajánlatos. A tavaszi szelek szárító hatását azonban meg kell előzni. Az eke nyomán omlékony talajra, ha a felszíne egyenletes, nem tanácsos kora tavaszig rámenni. Régi tapasztalat, hogy a jól művelhető talaj jól el is munkálható. Érdemes megtanulni, hogy a bolygatott talajokon nyáron és tavasszal egyengetés (hengerrel) és tömörítés, ősszel, az áttelelés előtt csupán az egyengetés okos.

- Nedves talajon jó okkal *nem szabad használni az ún. művelő-talp képző eszközöket* (eke, hagyományos tárcsa, szárnyas művelő-elem); a vizet át nem bocsájtó tömör réteg talajba gyúrása klímakár fokozó tényező. Ismerni kell adott talaj járhatóságának és művelhetőségének nedvességét, s csak próba után döntenünk valamely talajmunkáról (Birkás 2010).

- Fontos kár megelőzési fogás – mivel csökkenthető a talp-képzés veszélye – az *alpművelési mélység, illetve a talpképző és lazító eszközök váltogatása*.

- *Meg kell előzni* a rögzösödéshez és porosodáshoz vezető körülményeket, amely azt jelenti, a kiszáradt talajt kíméletesen, és fokozatosan szabad bolygatni. A morzsaépülés feltételei a talajszerkezet, a nedvesség, a szervesanyag megóvása, továbbá az aktív földigiliszta tevékenység. A nedves talajt, többek között a „szalonnás” hantképzés miatt nem ajánlott művelni.

- A talaj klíma érzékenységének csökkentése megköveteli, hogy a tápanyag ellátottságának, és az *előírásoknak megfelelő trágyázási módot, és trágya adagot alkalmazzanak a megengedett időszakban*.

- A kártevők, kórokozók és gyomok *korlátozása* a klímakár veszteségek enyhítése miatt is szükséges. Fontos a feladat a károkozók felismerése, a kármegelőzés, és a hatásos (vegyszeres, mechanikai, biológiai, kombinált stb.) korlátozás.

- *A káresemények dokumentálása, a kár okok objektív vizsgálata* az újabb mulasztások elkerülését, a védelem hatékonyabb felkészülését segíti.

- *A művelés, a gazdálkodás fontos célja a szervesanyag megkímélése*. Tudni kell, a szervesanyag pótolhatatlan a nedvesség visszatartásában, a morzsaépülésben, a könnyebb művelhetőségben (kötött agyagokon is), a klímával szembeni kisebb érzékenységben. Nem ajánlott a tarlómaradványok eltávolítása, amikor az istállótrágyázás és zöldtrágyázás is korlátozott. A most még optimális szervesanyag tartalmú talajokat ugyanúgy kímélni kell, mint azokat, amelyek már szervesanyagban elszegényedtek (Birkás, 2008). Javaslatok a szervesanyag- és szénkíméléshez:

- Szántani, ha súlyos indok nincs, 2-3-4 évente lehet. Minőségét a talaj nedveségéhez alkalmazkodással, elmunkáló-elem kapcsolással javítani lehet, így a szántott talaj szén-dioxid kibocsátása és szénvesztése is alacsony marad.
- Kerülni kell a talaj rögzítését, mivel adott időben jelentős vízvesztést, több év alatt a nagy szénvesztést okoz, előre vetítve a talajkondíció romlását.
- A tavaszi, nyári és nyár végi művelési idő a talaj biológiailag aktív időszak. Ekkor az aerob (sok bolygatás) vagy az anaerob (tömörödés, gyúrás, kenés) mikroba tevékenységet túlzottan fokozó talajmunkát ésszerűen kell korlátozni; a szénvesztés növénytermesztési szempontból sem kívánatos.
- A hosszabb ideje folytatott kímélő talajhasználat a humusbontó folyamatok ésszerű szabályozásán, a szervesanyag fogyás mérséklésén keresztül járul hozzá a talaj klímával szembeni érzékenységének csökkenéséhez.

6. A vízkárt szenvedett talajok gyógyítása

A 2010. csapadékos évben a hazánkban eddig ritkább víztöbblettel összefüggő károk kaptak nagyobb figyelmet. Az eső-stressz egész évben sújtotta a talajokat, nem várt módon ülepítette, a morzsásodásban oly fontos kolloidokat kilúgozta, a N-tápanyagot mélyebbre mosva indukált a növényállományokban hiányt; ahol nem volt árvíz, ott is megemelkedett a talajvízszint, és ott tört fel, ahol sok éve színét sem látták; a vízállások miatt kora tavasztól ősziig maradtak vetetlen területek, az őszi eleji esők után számos helyen az új vetések is kipusztultak. Aratatlan táblarészek decemberben is előfordultak, s nem is kis számban. A viharok, jégverések dúlását nem csak a termények, hanem a talajok is megszenvedték. A kárenyhítés szükségzerű, a feladatok nem csupán a gazdálkodónál jelentkeznek. A természeti eredetű magas talajvíz szintet a gazdálkodás eszközeivel nem lehet változtatni. A talaj víznyelését befolyásoló tényezők közül agyagtartalom nem, a kötöttség közvetett módon, rendszeres szervesanyag juttatással enyhíthető. A talaj tömör vagy poros szerkezete gazdálkodási hiba, a javítás, művelési módszerekkel a vízbefogadás, -vezetés és tárolás érdekében szükséges. A víztöbbletnek az a része pillanatnyilag felesleges, amelyet a jó állapotú talaj sem képes tárolni.

6.1. Térségi és országos feladat

- A pangó víz a földeken a természetét alapvetően akadályozó tényező, elvezetése és biztonságos tárolása országos, és kistérségi megoldások összehangolását kívánja.
- Célszerű lenne a vízkáros területek – megjelölve igen súlyos, súlyos, közepes – feltérképezése, dokumentálása egy majdani hasonló helyzet kezelése, vagy ún. térségi mentesítési terv megvalósítása érdekében.
- A tartós vízborítás, a technológiával kapcsolatos taposási terhelések, és a kényszer-művelés által okozott károk csökkentését éves – és ahol szükséges – térségi programmá kellene tenni. A kárenyhítési program fontos feladata a talajok szervesanyagának kímélése. Jó, javuló szervesanyag kondícióba hozott talajon a víztöbblet és a vízhiány ellen is hatékonyan tudunk védekezni.
- Az ekével, hagyományos tárcsával okozott károk a nedves talajt kíméletesebben művelő eszközök használatára, beszerzésük támogatására irányítják a figyelmet.

6.2. Gazdálkodási feladatok

A víz többlet elvezetése, levonulása után a talaj minőségét javítani, termesztésre alkalmassá kell tenni. Erősebb gyomosodásra lehet számítani, a víz sok gyom magját nem pusztítja el, s a területre újabakat sodor. A gyomok vízfogyasztását nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A talaj megújulása a kár mértékétől függően hosszabb, vagy rövidebb folyamat. Talajszerkezet- és talajélet kímélő műveléssel a fizikai és a biológiai hátrány enyhül. Okszerű a bolygatás mélységében nem, vagy alig tömörítő eszközök használata. A morzsaépüléshez több idény, szerkezet- és szénkímélő művelés szükséges. Olyan alpművelési, elmunkálási módszert kell választani, amellyel a lehető legkevesebb kárral, és a talaj egyidejű levegőztetésével közel magágy minőséget lehet elérni. A talajt csavart késes, vagy véső alakú késekkel és porhanyító-elemekkel ellátott kultivátor kíméli leginkább. A művelő-elemek közül a forgóelem, a barázdaszeletelő henger, a rugós, szeletelő-hengerrel kombinált simító vehető figyelembe. A talaj vetéskor is sérülékeny, a szokottnál több figyelmet kíván.

A vízkárt szenvedett talajok újbóli termesztésre alkalmasságának visszaállítása az alábbiak megfontolását tételezi fel:

- Legfontosabb a kár enyhítése, az újabb károkozást meg kell előzni.
- Tilos minden olyan beavatkozás, amely a talaj regenerálódását megakasztja: a mély és elmunkálatlan tarlóművelés, a nyári szántás, a kenő-gyúró őszi szántás.
- Kevesebbet tapossák a talajokat, csak akkor járjanak rajtuk, s csak akkor műveljék, ha nedvességtartalmuk azt lehetővé teszi.
- Aratás után a talajállapot javító mélyebb alpművelés előfeltételét sekély, mulcshagyó tarlókántással okszerű megteremteni.
- A 2010. tenyészidőben a talajokba gyúrt tömör, vízzáró réteg átlazítását hántott tarlón végezzék el, és akkor, ha a legfelső (hántott) réteg biológiai szempontból aktívvá vált (a morzsásodásból, a földigiliszta tevékenységből lehet erre következtetni).
- A művelési rendszerben a fokozatos mélyítés elvét kövessék, vagyis a tarlóművelés legyen sekély, az ápolás kissé mélyebb, az alapozó művelés a tömör rétegnél mélyebb – így mélyíthetik a biológiailag aktív réteget.



7. kép. 2010. őszen felértékelődött a talaj kultúr állapotát kímélő kultivátor



8. kép. Sekély gyökerezés a felszínhez közeli tömör réteg fölött – aszályos idényben nagy kockázat.

- A felszínvédelem idejét ajánlatos az alapozó művelés utáni időszakra is kitolni, a nedvesebb talajt kímélően megmunkáló kultivátorok nyomán megmarad a felszínen a védő takaró.
- A szervesanyag és talajszerkezet kímélés minden művelésnél elengedhetetlen, a tarlóműveléstől a vetésig bezáróan.
- A talajok állapotának pontos ismerete a művelési döntéseket segíti, táblaszintű talajállapot ellenőrzés ajánlott tarlóművelés, alpművelés, vetés után és növényállományban is.
- A károsodott talaj megújulását segítik a tarlómaradványok, az istálló- és zöldtrágya, és a hígtrágya. A tarlómaradványok energetikai célú eltávolítása általában sem, a vízkárt szenvedett talajokon egyáltalán nem ajánlott.

7. Oktatás, szaktanácsadás, felvilágosítás

Mivel a szántóföldi termesztés jövőbeni lehetőségeit nagy valószínűséggel a klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás szintje fogja bővíteni, vagy korlátozni, szükségzerű az alkalmazkodás módszereinek és fogásainak, a nagyobb térségeket is érintő feladatok meghatározásának minden réteget érintő megismertetése és megtanítása.

Magyarországon intézményi keretek között folyik növénytermesztés oktatás (felső-, középfokú), a gazdálkodók számára különböző szervezetek, hivatalok végeznek termesztési szaktanácsadást, mindezek ellenére hiányzik a szaktudás értékéhez mért megbecsülése. A növénytermesztés és gépesítés területén hiányzik a szakmaszerető, képzett munkaerő, aki a talajra, növényre, munkagépre nem munkadarabként és letudható feladatként tekint. A régiók középfokú intézményeinek megerősítése, azok helyi és speciális szakmai funkcióinak rehabilitálása is szükséges. Az oktatási intézmények, kutatóintézetek feladata a felsőfokú képzés, a gyakorlat felemelkedését is segítő tudományos kutatás, ezek eredményeinek széleskörű terjesztése, s az erre hivatott szervezetekkel karöltve a klímaváltozásra felkészítő szaktanácsadás és ismeretterjesztés.

Irodalom

- Bartholy J.–Pongrácz R. 2008: Regionális éghajlatváltozás elemzése a Kárpát-medence térségére. In: Harnos Zs.–Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadóház, Budapest, pp. 15–54.
- Birkás M. 2008: Kinek fontos, mi lesz a talajainkkal? Agroforum, 19. 9. pp. 33–35.
- Birkás M. 2009: A klasszikus talajművelési elvárások és a klímakár csökkentés kényszere. Növénytermelés, 58. 2. pp. 123–134.
- Birkás M. 2010: Talajművelők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Michéli E.–Várallyay Gy.–Pásztor L.–Szabó J. 2003: Land degradation in Hungary. In: Jones, R. J.A.–Montanarella, L. (eds): The JRC enlargement action. Land degradation. JRC, pp. 198–206.
- Ruzsányi L. 1996: Az aszály hatása és enyhítésének lehetőségei a növénytermesztésben. In: Cselőtei L.–Harnos Zs. (szerk.): Éghajlat, időjárás, aszály. Akaprint, Budapest, pp. 5–66.
- Várallyay, Gy.–Leszták, M. 1989: Map susceptibility of soils to physical degradation. In: National Atlas of Hungary, 1989, HAS, Budapest
- Veisz O.–Bencze Sz. 2008: A klímaváltozás hatásai a kalászosok biomassza-termelésére és betegségeire. In Harnos Zs.–Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadóház, Budapest, pp. 167–200.
- Várallyay Gy., Farkas Cs. 2008: A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In: Harnos Zs.–Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadóház, Budapest, pp. 91–129.

