

Szélsőséges csapadék kezelése a mezőgazdasági gyakorlatban

Bevezetés

A mezőgazdasági gyakorlat, azon belül is a szántóföldi gazdálkodás számára az elmúlt néhány száz év éghajlati stabilitása megfelelő kereteket nyújtott az agro-technika alapvető elemeinek változatlanul tartásához. Azonban az ipari forradalom következtében fellépett két jelenség, amelyeket jelen íráson kívül nem is lehetne összekapcsolni egymással, legfeljebb távolról, de a villámárvizek és a nagy mennyiségű hirtelen hulló csapadék szempontjából mégis egyszerre kezelendők.

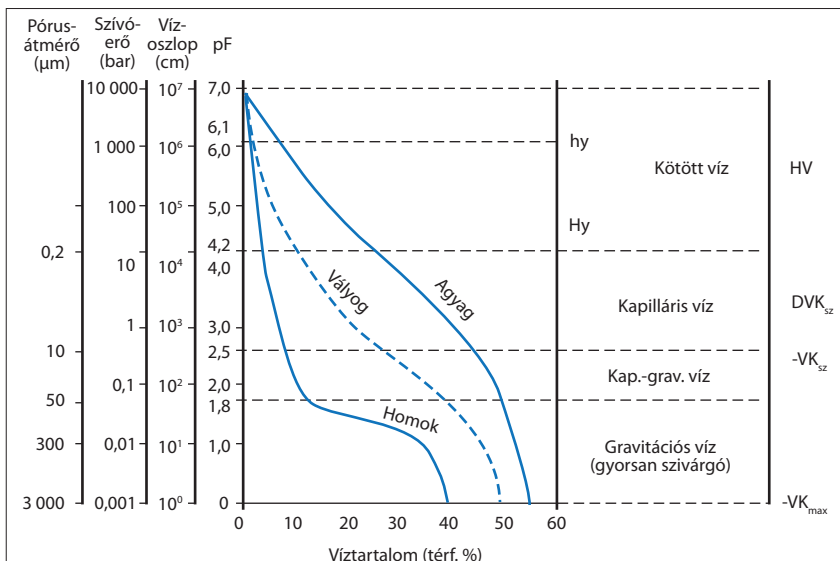
1. Az ipari forradalommal kezdődő gépesítés jelentősen hozzájárult a termelékenység növeléséhez, de egyúttal a probléma forrását is mélyítette, hiszen a gépesítéssel az ekék járási mélysége is növekedett, ezzel a talaj szélesebb felső rétegében történtek olyan változások, amelyek a talajok vízháztartásának módosulásával jártak együtt. Ezek közül az egyik a pórusterék méreteloszlásának megváltozása, továbbá az eke járási mélységében kialakuló eketalp, amely mind a gyökök, mind a víz számára áthatolhatatlan.
2. Az éghajlatváltozás nagyobbrészt emberi eredetét ma már alig vitatják a szakterület kutatói, és az is világossá vált, hogy az ipari forradalom óta kezdődött CO_2 -felhalmozódás elsődleges oka az emberi tevékenység. Ezt úgy lehet kimutatni, hogy tudjuk, a fosszilizálódott maradványokban más a szén izotóp-összetétele, mint a légkörben található széné, mert a növények előnyben részesítik a könnyebb ^{12}C -izotópot. Így a fosszilis források égetése során felszabaduló szén-dioxid relatíve növeli a légkörben a ^{12}C mennyiségét, a $^{12}\text{C} : ^{13}\text{C}$ arány megváltozik, ami mérhető, és pont úgy változik, ahogyan nő a CO_2 -koncentráció [1]. Az éghajlatváltozás számos kedvezőtlen hatása közül a csapadékvizek keletkezésével kapcsolatosan két jelenség fontos: a) a hirtelen lehulló csapadék mennyisége, és hogy az ilyen típusú események valószínűsége hazánkban szignifikánsan

megnőtt, b) a csapadék egyre kevésbé megbízhatóan érkezik, és kiszorul a vegetációs időszakból [2].

A két probléma együttes kezelésére látszólag nincs lehetőség, azonban van egy olyan mezőgazdasági gyakorlat, amelyet gyűjtőszóval regeneratív mezőgazdaságnak lehetne nevezni, és amely mindkét probléma következményeit képes enyhíteni. A regeneratív szántóföldi művelési rendszer lényege, hogy a talajt természetes úton, a fő tenyészidőszakon kívül takarónövények segítségével, azaz természetes körülmények másolásával igyekszik újra szerkezetessé tenni és eltüntetni a művelés okozta eltéréseket (eketalp, pórusátmérő eloszlásának változása). Ennek a módszernek a kedvező hatása nemcsak abban nyilvánul meg, hogy a talajból eltűnik a víz gravitációs mozgásának útját elzáró eketalp, hanem a talaj felső rétege is több víz megtartására lesz képes. Az alábbiakban a problémák részletesebb bemutatását teszik meg a szerzők.

A talajok vízháztartásának átalakulása a művelés következtében

Ha megvizsgáljuk, hogy különféle talajtípusokban mennyi a tárolható és a növények számára felvehető víz mennyisége, azt találjuk, hogy a megfelelő szerkezetű vályogtalajok adottságai a legjobbak. A talaj szerkezetétől függően a benne található víz egy része a súlyánál fogva elszivárog a mélybe (gravitációs víz), akármilyen szerkezetű is a talaj, más része annyira kötött az apró üregekhez a talajban, hogy semmilyen szívóerő nem képes onnan előhozni (kötött víz). Ez utóbbi kötöttség oka a nagyon magas kapilláris szívás, mivel az üregek nagyon kicsik, így a kapilláris hatás érvényesül, a növények gyökerei által kifejtett szívóhatás nem tudja ellensúlyozni a kapilláris szívást (negatív nyomás), így a víz kötött marad. A nedvesség egy része már elegendően nagy üregekben található, hogy a növények gyökerei fel tudják venni, és még nem olyan nagyok az üregek, hogy a gravitáció le tudja győzni a kapilláris hatás megtartó hatását (kapilláris víz), azaz ezen vízkészlet a talajban felvehető a növényzet számára. A növényélet szempontjából ez a vízmennyiség az, ami számít a talajban. Ábrázolva (1. ábra) a vízmennyiség eltávolításához szükséges szívást (negatív nyomás) logaritmikus skálán a pF-értéket kapjuk. (A nedvességtartalom jellemzésére a nedvesség eltávolításához szükséges, vízoszlop cm-ben kifejezett szívóerő tízes alapú logaritmusaát használják, a pH analógiájára; a pF = 2 érték tehát 100 cm, pF = 2,4 pedig kb. 250 cm vízoszlop szívóerejének felel meg [3 p67].)



1. ábra: A víztartalom és a víz kinyeréséhez szükséges szívás logaritmusának összefüggései agyag-, vályog- és homoktalajok esetén a pórusok átmérőjének feltüntetésével [3 p67]

Az 1. ábrán látható, hogy a növények számára hasznosítható kapillaris víz legnagyobb mennyiségben a vályogtalajokban van jelen, a homoktalajok túl nagy pórusai miatt a víz zöme gravitációs, azaz gyorsan elszívárog a mélyebb rétegek irányába, az agyagtalajok alkotórészeinek kis pórusátmérője pedig a kötött víz nagyobb jelenlétét eredményezi, kevesebb kinyerhető kapillaris vízzel. Itt kell megjegyezni, hogy az agyagtalajok legfontosabb alkotóelemei, az agyagásványok általában kis átmérőjűek, ezért a talajban a kis pórusméretek lesznek dominánsak, velük a kötött víz mennyisége gyorsan nő. Az ilyen talajok hajlamosak a tömörödsésre, és a kötött víz miatt nehezen művelhetők, viszont ha kiszáradnak, akkor az apró agyagásványok sziklaszerűen összeállva még inkább nehezítik a művelést; az ilyen földek megmunkálása nagy vonóerőt igényel.

A homoktalajok esetén tehát a víz megtartása az egyik legfontosabb feladat, amelyet több eszközzel lehet elérni, míg az agyagos talajok esetén a teendőnk a pórusosság növelése. Mindkét esetben alapvetően a talajmegújító mezőgazdaság elemei alkalmazhatók. Vályogtalajok esetén a vízháztartás szempontjából nincs szükség a talajszerkezet javítására, ugyanakkor más szempontból a talaj

szervesanyag-tartalmát növelni, a szerkezetességet megtartani, az eketalp kialakulását meggátolni itt is szükséges.

Miközben látható, hogy a folyamatokat milyen irányban kellene megváltoztatni, az történik, hogy a szántás és a talaj bolygatása során általában mindig visszarendeződik a pórusterék méret szerinti eloszlása egy kezdeti, jellemzően a szántás után, annak következtében mesterségesen kialakult eloszláshoz, amely célunkkal ellentétes.

A szántás során továbbá az eke járási mélységében kialakul az eketalpbetegség, azaz az ekefejek súlya, amely az ekenádon (csúszótalp) keresztül a talajnak adódik át, egy kemény, tömörödött réteget hoz létre a szántás alatt, amelynek áttörése nem lehetséges a gyökök számára, és a víz sem jut át rajta. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a felső 25-35 cm-es porhanyított, szerkezet nélküli talajrétegnek kell felvennie és megtartania az érkező csapadékot, amely az év legkritikusabb időszakában, azaz tavasszal, kora nyáron nem borított növényzettel (hiszen a sorközök üresek, a kultúrnövény még nem árnyékol, a puszta talaj látható). A sötét talajok a napsütés hatására akár 60 °C-ra is felmelegsznek, és ezen a hőmérsékleten a legtöbb kedvező hatású talajlakó élőlény elpusztul, a párolgási veszteség magas. Ugyanakkor a sekély mélységben található eketalp miatt a hirtelen lezúduló esőzés a mélyebben fekvő részekben megáll, hónapokig megmaradó pangó vizet hozva létre.

Nő a szélsőséges csapadékesemények valószínűsége

Általános tapasztalat hazánkban, hogy a csapadék kiszorul a vegetációs időszakból, azaz a talaj vízmegtartó képességét növelni kellene, illetve egyszerre jelentős mennyiségű csapadék hullik, amelyet a talaj nem tud befogadni, erre is fel kellene tudni készülni. Mindkét problémát részletesebben megvizsgáljuk:

a) Változó csapadékeloszlás

Magyarországon egyelőre az éves csapadékmennyiség nagyobb része hullik le a nyári félévben, mint a téliben, de az éghajlatváltozási modellek azt mutatják, hogy a téli csapadék mennyisége növekszik (bár egyre többször eső formájú lesz hó helyett), a nyári pedig csökken. Ez utóbbi kedvezőtlenül hat azokra a mezőgazdasági terményekre, amelyek a nyár folyamán még igényelnének csapadékot, mert tenyészidejük hosszabb (ilyen például a kukorica, a szója vagy a dinnye), és ebben az időszakban több vízre lenne szükségük, mint ami csapadékból elérhető. A téli

csapadéktöbbletet (ha van) nem lenne szabad egészen a vetés előkészítéséig nyitottan hagyott szántásokkal elpárologtatni (2. ábra), hanem legalább a szántások időben történő lezárásával megtartani, de sokkal jobb megoldás olyan talajszerkezet kialakítása, amelyben a takarónövényzet gyökerei csatornákat képezve az eketalpat áttörik, és így a hirtelen lehulló csapadékot is képes befogadni.

b) Hirtelen esőzések

Megnő az esélye a hirtelen esőzéseknek, azaz rövid idő alatt hullhat le a megszokott csapadékmennyiség többszöröse, úgy, hogy akár pár száz méteren belül is jelentősen változik annak mennyisége. Az elmúlt évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a csapadék mennyisége egy adott esőzés alkalmával kiteheti egy egész hónap, vagy nagyobb periódus megszokott csapadékmennyiségét is, főleg zivataros időszakban. Ez a jelenség közvetlenül összefügg az éghajlatváltozással, és a talajok felső, művelt rétege sokszor képtelen befogadni az egyszerre lehulló nagy mennyiségű csapadékot, ilyenkor a víz pang, belvízfoltot hoz létre, amely ha sokáig marad a területen, alatta a vetés kipusztul. A talajmegújító mezőgazdaság segítségével kialakított nagy mélységig szerkezetes talajok képesek a hirtelen lehulló csapadék befogadására és megtartására is.



2. ábra: A talaj párolgása tavasszal, napsütés hatására [4]

A vízmegtartó képesség tehát nemcsak a tömörséggel, hanem a szerkezetességgel is összefügg. A szántással művelt talajban minden évben legalább egyszer – a szántás során – lerombolják a talajban kialakult szerkezetet, amelyet a gyökerek, a talaj szervesanyag-tartalma és a talajban élő lények alakítanak ki. Szerkezetesebb talajokban a befogadható és később elérhető vízmennyiség jelentősen nagyobb.

Megoldási lehetőség: a talajkímélő szántóföldi gazdálkodás

Az emberi beavatkozástól mentes talajokban (erdei és sztyeppet talajok) a következő kedvező folyamatok zajlanak: a talaj élő gyökerekkel átjárt, hiszen felszíne a tájnak megfelelő növényzettel borított. A talaj szerkezete zavartalanul fejlődik, benne szerves anyag halmozódik fel, elérve a talaj teljes tömegének 10-15%-át. Az élő, nem forgatott talajban a növények gyökerei tápanyagraktárként szolgálnak, illetve felületükön kialakul egy, a talajból tápanyagot könnyen felvevő és a növénynek felvehető formában továbbadó baktériumréteg, illetve gombafonal-hálózat, amely valódi együttélésben (szimbiózisban) létezik a növényekkel, és szintén a tápanyagfelvételt segíti elő. A részletes talajvizsgálatok ugyanis kimutatják, hogy a talajból felvehető tápanyagmennyiség lényegesen több, mint a vízdoldott formában jelen lévő tápanyag, a feltárást a talajlakó élőlények segítik elő: a talajban található mikro- és makroelemek átalakítása, a haszonnövények számára történő előkészítése a talajban élő baktériumok és gombák feladata. A talaj tetején képződő szervesanyag-rétegnek az úgynevezett moder- és mullhumusszá alakításában a gombák és baktériumok munkája kiemelt fontosságú, így azok a talajok, ahol eleve jobb a talajélet, tápanyag-feltáródás és humuszképződés szempontjából is kedvezőbb feltételekkel rendelkeznek. (Moderhumusznak nevezzük az erdei talajok képződő humuszcsoportját. Az erdő mint ökoszisztéma hatására ez a talaj kissé nedvesebb és savasabb környezetben képződik, mint sztyepei megfelelője, a mullhumusz. A moder- és mullrétegek a mezőgazdaság számára legalkalmasabb területeken vannak jelen általában.) Ezt használja ki az úgynevezett talajkímélő mezőgazdasági gyakorlat.

A talajjavító mezőgazdaság rendszerezett leírása

A legjobb humusztartalmú talajok a prérík és az erdők talajai. Az itt kialakuló humusztömeg olyan folyamatok együttes hatásaként állt elő, amelyek a szántásos, vegyi anyagokat használó talajművelés során nem működnek megfelelően, vagy ellenkező előjellel működnek.

Egy magára hagyott csupasz talajon először úttörő növények (amelyeket a mezőgazdálkodás gyomokként észlel) jelennek meg, és velük együtt elkezdődik a gyökér-talaj kölcsönhatás során a baktériumok megtelepedése. Ahogy az úttörő társulások helyét átveszik a füves, cserjés, majd fás társulások (a prérin csak a füves társulások), úgy növekszik a talajban a baktériumok és a gombák száma, és a gombák aránya nő. Egy hosszú ideje nem bolygatott talajban a gombák vannak túlsúlyban, ez főleg az erdők talajára igaz. A szerves anyag minden évben a talajra rétegződik, de abba nem forgatja be semmilyen mechanizmus. A lehullott lombok vagy az elhalt fűfélék korhadása, lebomlása szerves anyagban gazdag réteget hoz létre (ezt modernnek hívják), ezt élő gyökerek járók át, és gazdag baktérium-, gomba- és egyéb élőlénytársulások vannak jelen. A talajban lévő, legtöbbször kötött tápanyagok (makro- és mikroelemek) a baktériumok és gombák anyagcsere-folyamatai során felszabadulnak, és a baktérium-, valamint gomba-gyökér szimbiózisban felvehetővé válnak. Az élő talajban nincs szükség kívülről mesterségesen adagolt tápanyagokra, azokat az egészséges talajélet természetes táplálékhálójának működés közben biztosítja.

Ebből következően a talaj egészsége, a haszonnövény számára is kedvező működését a minimális forgatás és a természetes prériállapot minél jobb megközelítése jelenti. Ebben a rendszerben a talaj állandóan takart, hol élő növényvel, hol elhalt szármaradványokkal (mulcsréteg), miközben benne tápanyagbankok képződnek, illetve a talaj porózus, szerkezetes lesz – így a csapadékot jobban megkötí, ha az kevesebb is, illetve a mélyebb szerkezetesség és az eketalp hiánya miatt a hirtelen csapadékot is teljesen elnyeli, nem képződnek belvízfoltok. Gyakorlatát tekintve ez a gazdálkodási mód négy területen tartalmaz eltérést a hagyományos gyakorlattól:

1. Minimálművelés (*minimal tillage, no tillage*). Ez a talaj forgatás nélküli kezelését, lehetőség szerint teljesen bolygatásmentes művelését jelenti. Ezt olyan technológiával érik el, amelyben a vetőgépek bármilyen minőségű és bármilyen élő vagy holt szerves anyaggal, növényzettel borított talajba képesek vetni. Az ilyen vetőgépeket direktvetőgépeknek nevezik.

A direktvetőgépek vetőegységei magas felületi nyomást érnek el nagyobb súlyuk (csoroszlyanyomás) miatt, így képes a vetőelem átszakítani a talajt borító szerves anyagot (mulcs, élő növény, növényi maradvány), és közvetlenül a talajba vet.

2. A gazdasági év során állandó növényborítás elérése. A főnövény (például búza, szója, kukorica) betakarítása után gyakran leforgatják a tarlót, azzal a korábban elterjedt szemlélettel összhangban, hogy a talajjal érintkező tarlómaradvány lebomlik, és humuszt képez. Így a szántással megforgatott talaj pusztá marad egész télen, és a szervesanyag-tartalma a felszínen bomlik, miközben CO_2 jut a légkörbe. Manapság célszerűnek tartják, hogy a tarlóba azonnal újra növényeket vessenek, a takarónövény-jelleg és a talajlazító hatás miatt. A takarónövények gyökerei idővel áttörnek és felszámolják az eketalpat is (bár ennek elősegítésére lehetőség van talajlazítás elvégzésére is).
3. A talaj állandó fedése, legalább mulccsal. Az elpusztult szerves anyag, amely a gazdasági főnövény maradványa vagy a másodvetésű takarónövény maradványa, a talajt borítva megőrzi a nedvességet, és a talajjal érintkezve humuszt kezd kialakítani.
4. A talajban a gazdasági év nagy részében élő gyökerek vannak. A hagyományos gazdálkodás során a talajban csak a gazdasági főnövény gyökerei képeznek élő hálózatot, a felszántott talajban nincs növényzet, így élő gyökerek sem lehetnek. A gyökérszet határrétegén képződő mikrobabevonat és gombákkal történő szimbiózis az, amely hozzájárul a tápanyag-feltárhozáshoz és felvehetővé alakításához, továbbá segít a talaj szerkezetességének fenntartásában. A regeneratív mezőgazdaság összefoglalását és eredményeit lásd például Brown [5] és Stockfish [6] munkáiban.

Összefoglalás

A szántóföldi gyakorlat változása, továbbá az éghajlatváltozás szélsőséges tulajdonságai, nevezetesen az egyszerre lehulló csapadék mennyiségének növekedési valószínűsége többször okozott és vélhetően fog okozni problémát a szántókon. A művelés módja, a talaj forgatásos/szántásos megmunkálása a pangó vizek megjelenésének valószínűségét növeli az eketalphatás miatt. A regeneratív szántóföldi gazdálkodási gyakorlat mindkét problémát képes kedvező irányba befolyásolni: a szántás elhagyásával és a takarónövények gyökereinek segítségével eltűnik

az eketalpbetegség, a talaj szerkezeti javulásával pedig nő a vízmegtartó képesség, azaz a hirtelen csapadékesemények ritkábban okoznak pangó vizeket, illetve domboldalakon ritkább a villámárvíz lehetősége is.

Felhasznált irodalom

1. Levin I, Heishammer V. Radiocarbon – a unique tracer of global carbon cycle dynamics. Radiocarbon [Internet]. 2016 Jul [cited 2023 Apr 11];42(1):69–80. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033822200053066>
2. Kiss T, Hetesi Zs, Füzi T. Az átlaghőmérséklet és a csapadékmennyiség alakulása Mosonmagyaróváron. Statisztikai Szemle [Internet]. 2019. június [letöltve 2021. április 12.];97(6):568–593. DOI: <http://dx.doi.org/10.20311/stat2019.6.hu0568>
3. Szalai Z, Jakab G. Bevezetés a talajtanba. Egyetemi tankönyv. Budapest: Typotex Kiadó; 2011. 168 p.
4. Väderstad [Internet]. A talaj vízgazdálkodása [letöltve 2021. április 12.]. Elérhető: www.vaderstad.com/hu/tudastar/agronomiai-ismeretek/a-termeszet-segitsegevel/a-talaj-vizgazdalkodasa/
5. Brown G. Porból élet. Egy család útja a regeneratív mezőgazdálkodás felé. Törökbálint: T.Bálint Kiadó; 2021. 172 p.
6. Stockfish N, Forstreuter T, Ehlers W. Ploughing effects on soil organic matter after twenty years of conservation tillage in Lower Saxony, Germany. Soil Tillage Res. 2019 Oct;52(1–2):91–101.