

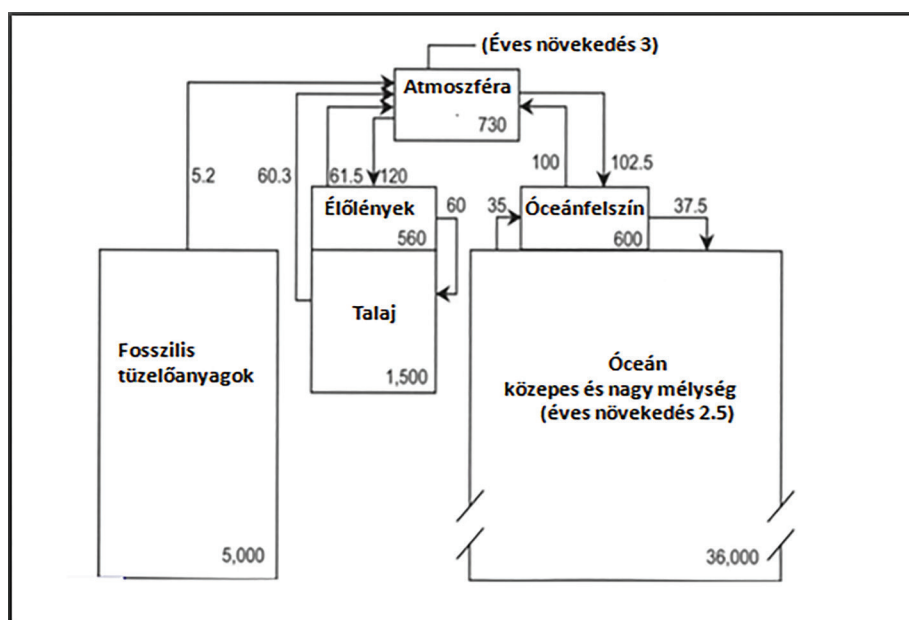


## A talaj szerepe a szénforgalomban, különös tekintettel az üvegházhatású gázokra

SZERZŐ: TÓTH TIBOR • MAGYAR TALAJTANI TÁRSASÁG

Ez az áttekintés a klímaváltozás alapfolyamatával, az üvegházhatású gázoknak, elsősorban a szén-dioxidnak a koncentrációváltozásával foglalkozik a talaj és a mezőgazdaság szemszögéből.

A légkör összetételét a szárazföldi és tengeri folyamatok jelentősen befolyásolják. A Hawaii-szigeteki Mauna Kea vulkán csúcán, 4194 méter magasan álló obszervatóriumban az óv utolsó napján 413 ppm volt a széndioxid-koncentráció, egyharmaddal több, mint a mérések kezdetekor, 1958-ban (310 ppm). Az ipari forradalom előtt, azokban az időszakokban, amikor nem történtek nagy természeti katasztrófák (vulkánkitörés, meteorbecsapódás, földcsuszamlások, szökőár stb.), a légkör összetétele bizonyos időszakokon, akár évszázadokon át többé-kevésbé állandó volt (eltekintve az éven belüli évszakos és napszakos fluktuációtól), mivel a légkörigáz-kibocsátás és -elnyelés egyensúlyban volt. A légkör összetétele évmilliókban mérhető földtani időszakokban természetes folyamatok hatására már



1. ábra. Globális szénraktárak és az éves szénforgalom gigatonnában kifejezve. A téglalapok jobb alsó sarkában a raktározott, a nyílak mellett pedig a kibocsátott vagy elnyelt széntartalmat tünteti fel az ábra

az ember megjelenése előtt is jelentősen változott. A maihoz hasonló légköri széndioxid-koncentráció hárommillió évvel ezelőtt volt jellemző. A földtörténeti Újkor (Kainozoikum) legutolsó 65,5 millió éve alatt a légkör összetételének nagymértékű változása jobbra a lehűlések és felmelegedések egymásutánosságához volt köthető. Így az elmúlt néhány százezer év folyamán a léghőmérséklet és a légkör széndioxid-tartalma szorosan követte egymást napjainkig. Ezért foglalkozik a legtöbb klímaváltozás-vizsgálat a széndioxid-koncentrációval, illetve az ezt befolyásoló szénforgalommal, és emiatt mi most a talaj szerepét tekintjük át, bevezetésül a sorozat többi cikkéhez.

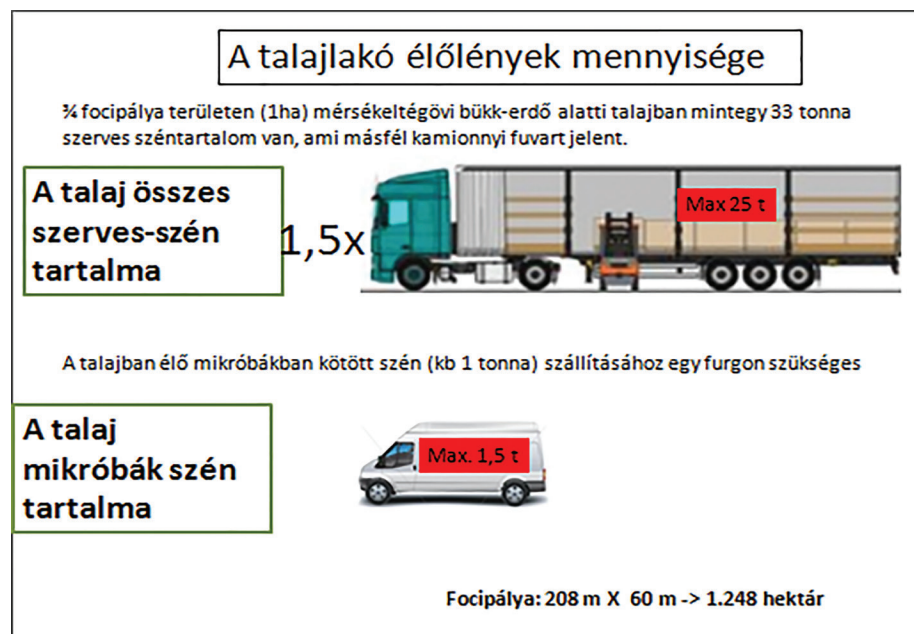
A talaj fontos szénraktár, és a légkör szempontjából jelentős kibocsátó, illetve elnyelő. Az összefoglaló 1. ábra a forrásunk megjelenésekor aktuális, manapság kicsit már megváltozott, illetve pontosabban felmért számokat mutat. Ezek a szakmai közvélemény által elfogadott módon hasonlítják össze a szárazföldön, vagyis a földtani rétegekben található fosszilis tüzelőanyagokban, a talajban, a tengerben, valamint a légkörben lévő elemi szénre számolt széntartalmat gigatonnában (Gt) kifejezve. Egy Gt egymilliárd tonnát jelent.

A légkörből a szén-dioxid a csapadékkal és gázcserével az óceán felszíni rétegeibe kerül (évente 102,5 Gt), ahol oldódással, illetve a fotoszintetizáló növények tevékenységével feldúsul. Az élőlények légzése és a szervesen folyamatok folyamán nagyjából ugyanannyi szén-dioxid (évente 100 Gt) az óceánból kibocsátásra is kerül. A felszíni (600 Gt) és a mélyebb óceáni rétegek (36 000 Gt), mint a legnagyobb szénraktárak, folyamatosan cserélik a széntartalmukat, akárcsak a talaj és a rajta élő élővilág is.

A talaj (1 500 Gt) és a rajta lévő élőlények (560 Gt) között is jelentős a szén-csere, mivel az élőlények adják a talaj szervesanyag-tartalmának, a humusznak az alapanyagát. Fontos rámutatni, hogy az élővilág közvetlenül nem vesz fel szént a talajból magából, úgy, mint ahogy a nitrogént, a káliumot stb. elveszi. A növények a levegőből veszik fel a szént (évente 120 Gt) szén-dioxid formájában, a felvett szénmennyiség mintegy fele (évente 61,5 Gt) a légkörbe légzéssel visszajut, a maradék a talajba jut (évente 60 Gt elnyelés). A talaj (évente 60,3 Gt kibocsátás) és a rajta lévő élőlények önmagukban is növelik

a légkör széndioxid-tartalmát, ennyit azonban az óceánok elnyelnek. A szénforgalom „természetes”, katasztrófák

Meg kell jegyezni, hogy az ábrán bemutatott szénraktárakat százszorosan meghaladó szénmennyiség található a



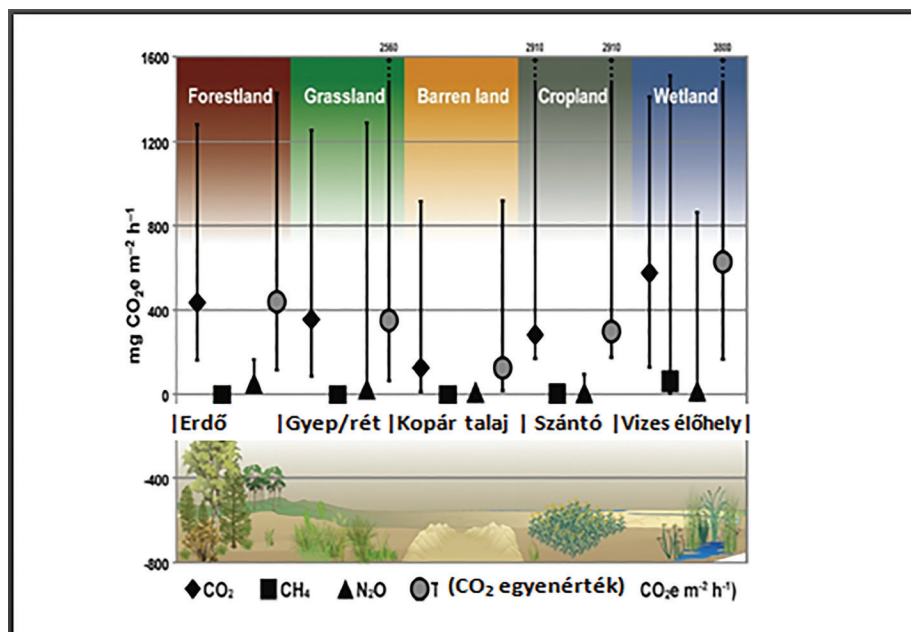
2. ábra. A talajlakó élőlények és a talajmikrobák széntartalmának összehasonlítása erdőtalajban

nélküli időszakokban megfigyelhető egyensúlyát azonban az emberi tevékenység borítja fel a tüzelőanyagok (5 000 Gt) folyamatos égetésével. Bár az emberiség tevékenysége során kibocsátott széndioxid-mennyiség (évente 5,2 Gt) egy részét az óceán elnyeli, de több mint fele a légkör széndioxid-tartalmát (730 Gt) és azáltal az üvegházhatást, a felmelegedést növeli (évente 3 Gt).

földgolyó kérgében, a köpenyben és a föld magjában. Az ott tárolt elképesztően nagy széntartalomnak a légkörre gyakorolt hatása azonban elhanyagolható.

A talaj széntartalmát a természetes lebomlási folyamatok, valamint a trágyáknak és egyéb szerves hulladékoknak a talajba juttatása is növeli. A talajlakó állatok és mikrobák

► FOLYTATÁS AZ 58. OLDALON



3. ábra. Egyes földhasználati típusok üvegházhatásúgáz-kibocsátása Oertel és munkatársai szerint. A vonalak a különböző tudományos közleményekben megjelölt minimális és maximális értékek tartományát, a jelzők (rombusz a szén-dioxid, négyzet a metán, háromszög a dinitrogén-oxid és a kör az összegzett hatás) a feldolgozott szakirodalmi tanulmányok alapján a medián értékeket mutatják



A szántott réteg szervesanyagtartalma és szervesetlen karbonáttartalma is hozzájárul a légköri szénforgalomhoz

► FOLYTATÁS AZ 57. OLDALRÓL

ezeket lebontják, és a folyamat vég-eredménye a humuszképződés és széndioxid-kibocsátás. A talaj karbonáttartalma is hozzájárul a szénforgalomhoz.

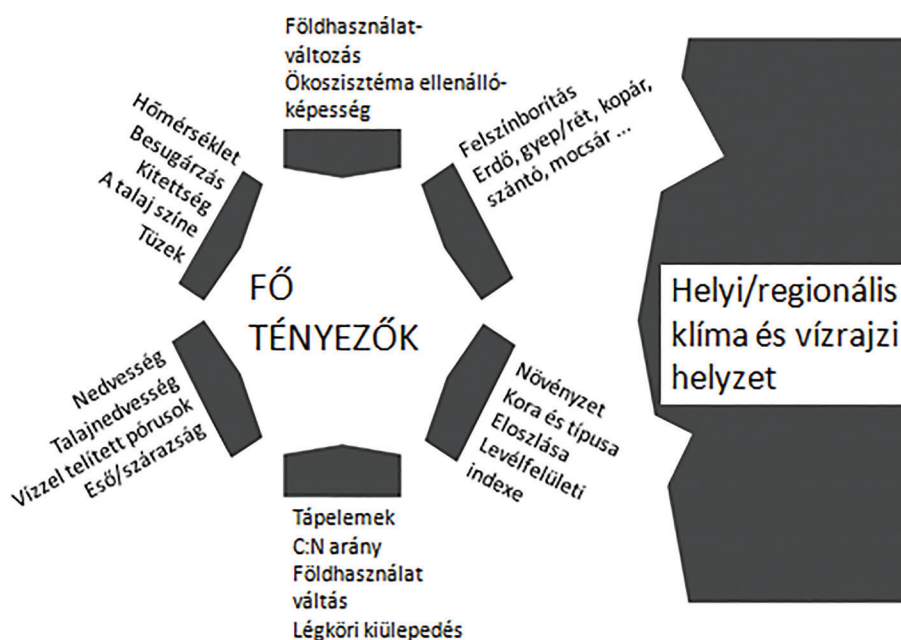
Egy bükkerdő vizsgálata azt mutatta (2. ábra), hogy az összes szervesanyag-tartalom kb. 3%-a mikrobákba

(baktériumok, sugárgombák, gombák, moszatok, egysejtűek) van beépülve. Hektáronként összesen mintegy 300 kg állati összömeget találtak a fák alatt a talajban.

Az egyes tájak, növényzeti övek között nagy különbség van a szerves- és szervesetlen szén-tartalomban. Egy nemzetközi összehasonlítás szerint

a hazai agyagbemosódásos erdőtalajokat is magában foglaló talajosztály talajaiban a szerves szén mintegy felének megfelelő szervesetlen szén-mennyiség van. Ezek a talajok Magyarországon főként a domb- és hegyvidékeken, kevésbé száraz viszonyok között fordulnak elő. A mező-ségi talajok szárazabb körülmények között, síkvidéken fordulnak elő, és ezekben a kalcium-karbonátokban tárolt szén mennyisége eléri a szerves szén mennyiségét. Minél szárazabb a klíma, annál inkább jellemző a szervesetlen szén jelenléte. Magyarország talajaiban főként a negyedidőszakban (a legutolsó 2,5 millió év) a szelek által szállított hullópor (löss) adta a talajok kalciumkarbonát-tartalmát, ami a szárazabb és melegebb alföldi viszonyok között a felszín közelében megmaradt, de a nedvesebb és hűvösebb klímájú dombvidéki területeken ezt a savas eső jórészt kilúgozta.

A három legfontosabb üvegházhatású gáz, vagyis a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid kibocsátását mutatja a legelterjedtebb felszínborítási típusokra Oertel és munkatársai



4. ábra. A talaj üvegházhatásúgáz-kibocsátását meghatározó fő tényezők (Oertel és munkatársai)

► FOLYTATÁS A 60. OLDALON

► FOLYTATÁS AZ 58. OLDALRÓL

3. ábrája. Mivel az egyes gázok hatása a felmelegedésre nagyon különböző, ezért az értékeket széndioxid-egyenértékben adták meg, egy négyzetméternyi területen egy óra alatt kibocsátott mennyiségre vonatkozóan.

A talaj üvegházhatásúgáz-kibocsátását befolyásoló fő tényezőket Oertel és munkatársai a 4. ábrán a következőképpen csoportosítják: az előző, 3. ábrán bemutatott földhasználat, a vele összefüggő felszínborítás, a növényzet, a tápelemek, a nedvességtartalom

## A növénytermesztésben a talaj szerves anyagával való okszerűbb gazdálkodás csökkentheti az üvegházhatást

Drámai különbség nincs az egyes földhasználati típusok között. A növényzet jelenléte jelentősen hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásához, különösképpen a metáné a vizes élőhelyek esetén. Ez a tanulmány nem foglalkozik a széntárolással, de ismert, hogy éppen a vizes élőhelyek járulnak hozzá legnagyobb mértékben a szén felszín alatti tárolásához tőzegtelepek kialakításával. Felszínborításonként 17-47 közötti

és a hőmérséklet. Mindezekre hat a helyi klíma és a vízrajzi helyzet (vízenyős élőhely, buckatető stb.). Nagy általánosságban a nedves és hűvös klíma a talaj szervesanyag-tartalma növekedésének, míg a meleg, száraz klíma a csökkenésének kedvez. A talajpusztulás (vagyis erózió) folyamatait is jól magyarázhatjuk az ábra alapján. Amikor a lejtős talajon a zápor vagy a szél elmozdítja a talajszemcsét, akkor az egyrészt a benne lévő szerves-

A talaj szervesanyag-tartalma, elmentében a karbonátokkal, amik kémiaiailag egyszerűen leírhatók, igen bonyolult összetételű, akár a szénláncok hosszát, a funkciók csoportok számát avagy az oldhatóságot tekintjük. Szokás elkülöníteni lassabban változó, stabilabb „passzív” és a folyamatokban jobban résztvevő, gyorsan változó „aktív” szerves anyagra, ennek a mennyisége a talajban kisebb.

A talaj művelésbe vonása annak rendszeresen ismétlődő bolygatását jelenti (5. ábra). Ez már önmagában is a talajban eredetileg meglévő szervesesszéntartalomnak az oxidációjával jár együtt. Mivel a mezőgazdaság célja a termés felhasználása, az a termelés folyamán a talaj-élőlények kölcsönhatásból kikerül, így magától értetődően csökken a talajba visszajutó növényi tömeg és vele a szénmennyiség. Ez a két folyamat okozza főként a talaj szervesanyag-tartalmának a csökkenését, elsősorban az aktív szerves anyagét, csak kisebb mértékben a passzívét.

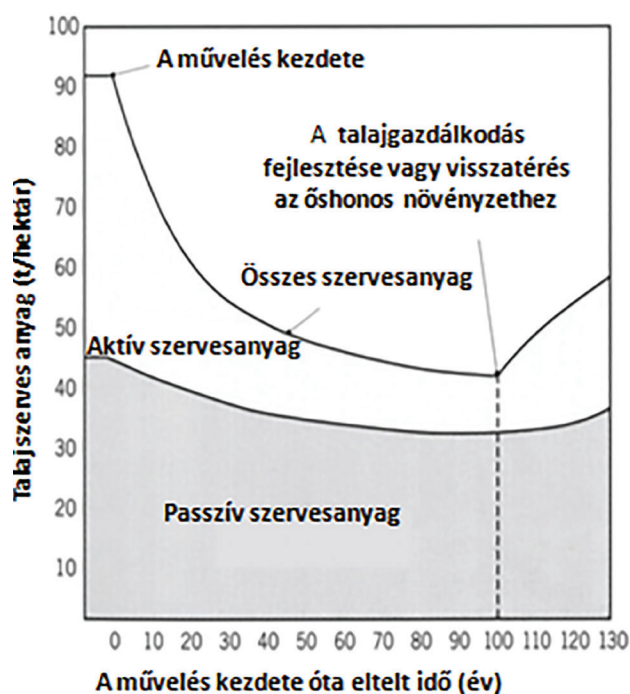
Ha a gazdálkodás megváltozik, vagy az adott helyszínre jellemző növényzet újra betelepül, akkor a talaj szervesanyag-tartalmában elindul az eredeti állapot felé történő változás.

Végezetül felmerül a kérdés, hogy vajon a gazdálkodó mit tehet a klímaváltozás csökkentése érdekében?

A növénytermesztésben a talaj szerves anyagával való okszerűbb gazdálkodás csökkentheti az üvegházhatást. Ez jobbra a növényi maradványok, trágya minél nagyobb mértékű talajba juttatását és a felszín csak elengedhetetlenül szükséges bolygatását (minimális talajműveléssel) igényli, a bioüzemanyagok fenntartható előállítására is hozzájárulhat a klímavédelemhez, mivel kiváltja a fosszilis tüzelőanyagok használatát.

Elsődleges cél lehet a talajnak nettó széndioxid-kibocsátóból nettó elnyelővé alakítása.

\*Megjegyzés. A cikk szorosan követi a szerzőnek a Pannon Egyetem Talajtani Szakmérnöki hallgatói számára Kassai Piroskával együtt előadott >>A talajok szerepe a természet és környezetvédelemben (KEFFNOS320A)<< tantárgy vonatkozó fejezetének felépítését. Az említett tantárgy és a bemutatott ábrák részben Daniel Hillel „A talaj a földi élet olvasztótégelye” c. tankönyvén alapszanak.



5. ábra. A talaj művelésbe vonásának hatása

tanulmányt összegeztek az ábrához, és látható, hogy a közölt adatok a vizsgálatok körülményeitől függően széles tartományban szórnak. Általában ez elmondható a klímaváltozás vizsgálatával kapcsolatban, hiszen a folyamatokat nagyon sok tényező befolyásolja.

anyag-tartalommal csökkenti a szántott réteg humusztartalmát, másrészt az elmozdulása során a többi szemcse védőhatását elveszíti, és fokozottan ki van téve a szerves anyag lebontásának és oxidációjának, majd szervesesszéntartalmának jelentős része szén-dioxidként a légkörbe kerül.