

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is $2\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszetű ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVIFOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERTEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30—33 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

XVIII. KÖTET.

1886. MÁRCZIUS

199-ik FÜZET.

VIII. A LEVEGŐ SZÉNSAVÁRÓL.

(Befejezés.)

Két igen érdekes és fontos kérdés tárul elénk a levegő szénsavtartalma tárgyalásánál; nevezetesen, hogy melyek a levegő szénsavának forrásai és minő tényezők szabályozzák a szénsavtartalmat a levegőben?

Hozzávetőleg kiszámították, hogy a mi, körülbelül 5 trillió kilogrammnyi légkörünkben vagy 2353 billió kilogramm szénsav foglaltatik, ebben pedig körülbelül 642 billió kilogramm szén. Kétségkívül tetemes mennyiség, melynek valahonnan kerülnie kellett légkörünkbe, de a mely még sokkal többre rúgna, ha belőle igen nagy mennyiség folytonosan fel nem használtatnék, azaz el nem fogyna. Vajjon ez a mennyiség valamikor nem volt-e jelentékenyen több, s a levegő szénsavtartalma a földképződés valamelyik stádiuma óta nem csökken-e, avagy nem szaporodik-e folyvást, azt eldönteni, természetesen nem lehet. Tény, hogy a földképződés folyamata alatt rengeteg mennyiségű szénsav használtatott el, a miről némi fogalmat alkothatunk magunknak, ha tekintetbe vesszük Földünk óriási kőszén-, barnaszén- és tőrfatelepeit, melyek növényi maradványok lévén, szenüket a levegő szénsavából kellett venniök. De annál a szénsavmennyiségnél, mely ezek képződéséhez szükséges volt, még sokkal tetemesebb a szénsavnak az a mennyisége, mely Földünk roppant terjedelmű mész- és dolomit-hegyeinek, valamint sok más szénsavas kőzeteinek alkotó része és a mihez az anyag alig kerülhetett máshonnan, mint a levegő szénsavából. A légkör mai szénsavtartalmával egyenlő súlyú szénsavmennyiség oly 8—9 méter vastagságú mészrétegben is van, melybe a Földet beburkolva gondolnók. Már pedig a Földön a szerves élet megjelenése óta tényleg lerakódott mész és dolomit bizonyára százszorosa ennek a tömegnek, az összes mész- és dolomitmennyiség pedig, mely Földünkön található, legalább is 200-szor nagyobb, tehát kétszázszor több szénsavat foglal magában, mint légkörünk szénsavmennyisége.

Hogy azonban a szénsav e roppant halmaza egyszerre együtt lett volna valaha légkörünkben, az alig gondolható, mert a szénsavval ennyire bővelkedő levegőben se a növények, se az állatok fejlődése meg nem indulhatott volna, és élet oly körülmények közt lehetséges nem lett volna. Sokkal valószínűbb, hogy a szerves élet kezdete óta a levegő szénsavtartalmában való fogyatkozást folytonos szaporulat pótolta, még pedig talán oly mértékben, hogy a fogyás meg a szaporodás egymás közt mindig egyensúlyt tarthattak. A jelenleg véghezmenő jelenségek legalább erre utalnak és semmi okunk sincs előbbi földtani korszakokban másnemű viszonyokat feltételezni, noha valószínű, hogy a fogyás meg a szaporodás mértéke korszakonként más-más lehetett.

A mi magukat a forrásokat illeti, a melyek a levegő mostani szénsavtartalmához az anyagot szolgáltatják, vagyis a honnan a folytonos pótlás történik, azok²különfélék. Találhatók részint a földön, részint a föld alatt, de lehet, hogy van olyan a Földön kívül is. *S t e r r y H u n t* legalább úgy vélekedik, hogy az egész világegyetemet levegőnkkel azonos atmoszféra tölti ki, a melynek kifogyhatatlan készletéből fedeztetik diffúzió útján az egyes bolygók atmoszférájának minden vesztesége s kiegyenlítődik minden esetleges változása. A szénsavra vonatkozólag ezt a hipotézist támogatja némileg az a körülmény, hogy az 1875. február hó 12-ikén *J o w a n* (Egyesült-Államok) hullott meteorvasakban s a meteorkövekben talált gáznemű anyagok *W r i g h t A. W.* elemzése szerint nagy mennyiségű szénsavat tartalmaztak; nevezetesen a meteorvasakban lévő gáz 20 százaléka volt széndioxid, a meteorkövekében több mint 80%. S minthogy az említett bűvár pontos vizsgálatai azt derítették ki, hogy ez e széndioxid nem lehetett Földünk légköréből való, se nem származhatott a meteoritek szénvegyületeinek bomlásából, igen valószínűnek tartja, hogy az illető meteoritek azt a szénsavat Földön kívüli tájaktól hozták magukkal. Ennek daczára azonban a szénsavnak ilyenmű Földön kívüli forrása sokkal hipotetikusabb, sem hogy azt a Föld légkörében véghezmenő tünemények magyarázata alapjául elfogadhatnók; annál kevésbbé, mivel ismerünk szénsavforrásokat, melyek valódiságához kétség nem fér.

Legközelebb esik arra a gazdag szénsavforrásra gondolnunk, mely az emberek s az állatok anyagcseréjéből fakad, továbbá az állati s növényi anyagok rothadása, illetőleg korhadásából, a czukortartalmú anyagok erjedéséből és a fűtő meg a világító anyagok elégéséből keletkező szénsavmennyiségre. A lélekzés, a korhadás és az égés mind oly folyamatok, a melyek által az a szénmennyiség, mit a növények a levegő szénsavából leválasztanak és

szerves anyagok képzésére dolgoznak föl, megint szénsavvá változik és visszaszármazik oda, a honnét került. Ilyképen a levegő megint visszakapja azt a szénsavmennyiséget, a mit belőle a növények életfolyamata elvon. Milyen nagymennyiségű szénsav kerül ezen folyamatok útján a levegőbe, annak érzékítésére szolgáljanak a következő példák.

50 ember egy óra alatt körülbelül 1 köbméter szénsavat lehel ki. Budapest lakossága (kerek számban négyszázezeret véve) egy éven át több mint 50 millió köbmétert, Magyarország 16 milliónyi lakossága ugyanannyi idő alatt 2824 millió köbmétert, a Földön élő 1400 millió ember pedig körülbelül 245,280 millió köbmétert, vagy súly szerint (1 l. CO₂ = 1,966 g.) körülbelül 482,520 millió kilogramm szénsavat lehel ki. — Természetesen ennél még sokkal nagyobb az a szénsavmennyiség, a mi a Föld egész állatvilágának lélekezése közben jut a levegőbe.

1 mázsza kőszén (közepes értékben 82% széntartalmat véve) elégésekor kerek számban 76 köbméter szénsav keletkezik. Az évi kőszénfogyasztást az egész Földön 2000 millió mázsára téve, egy éven át ezen mennyiségű kőszén körülbelül 152,000 millió köbméter, vagyis 268,832 millió kilogramm szénsavval szaporítja a levegő szénsavtartalmát. Minthogy továbbá 1 köbméter fa átlag vagy 480 köbméter, azaz körülbelül 944 kg. szénsavat ad, elképzelhető az a szénsavmennyiség is, mely a faégetés útján jut egy éven át a levegőbe.

A korhadásnál képződő szénsavmennyiségről fogalmat ad Ebermayer számítása. Ebermayer azt találta, hogy a 60—100 éves tölgyerdők egy-egy hektárnyi területén az évenként lehulló levelek mennyisége száraz állapotban átlag 4000 kg., melyben körülbelül 3320 kg. száraz anyag, illetőleg 1500 kg. szén van, a mi a korhadás közben vagy 2797 köbméter, azaz 5500 kg. szénsavat ad. Mivel azonban a tökéletes korhadáshoz 3—4 év szükséges, az évi szén-savprodukczió hektáronként 932 köbm., vagyis 1833 kg. — A fenyőerdőkben lehulló tűlevelek mennyisége alig kevesebb, és szénmennyiségük sem kisebb; de mivel tökéletes korhadásukhoz legalább is 4 év kell, évi szén-savtermelésük hektáronként az előbbinél valamivel kevesebb, körülbelül 679 köbm., vagyis 1335 kgr. — Ezen adatokat az egész Föld erdőterületére vonatkoztatva, bizonyára roppant nagy szám volna az eredmény. Csak hazánkra nézve, melynek erdő-területe Bedő Albert* szerint 13.284,103 kat. hold, vagyis 7.675,770 hektár, ez a szénsavmennyiség (közepes számokat véve alapul) kö-

* L. Term. tud. Közlöny 1885. (XVII. k.) 471. l.

rülbelül 6179 köbmétert, illetőleg 12,158 millió kilogrammot tenne egy éven át.

A rothadásnál és az erjedésnél is meg volna ugyan az alap hasonló számításához, de hiányzik az, a mire vonatkoztatni lehetne; nincsen ugyanis módunkban fogalmat alkotni a szerves anyagok azon mennyiségéről, mely bizonyos idő alatt e processzusokon keresztül megy. De hogy ily úton is roppant mennyiségű szénsav képződik, azt már kevésbé nehéz elképzelni.

Ezen most említett források, bár szénsavprodukciójukat tekinteten kívül hagyni nem lehet, alig jöhetnek számba azokkal szemben, melyek egyike a Föld belseje, a másika pedig a talajlevegő.

Óriási mennyiségekben ömlik ki, mint ismeretes, a szénsav a Föld mélyéből oly helyeken, a hol működő, vagy már kialudt vulkánok vannak, részint közvetlenül gázalakban, részint pedig a szénsavas források alakjában. Ilyen szénsavexhalációkkal és szénsavas forrásokkal a Föld minden részén találkozunk; sokszor csoportosan és vidékenként oly nagy mennyiségben, hogy az élet kifejlődésére is gátlólag hatnak. Ezer számra vannak mindenfelé, különösen pedig vulkáni vidékeken az igazi szénsavforrások, az úgynevezett mofetták, a melyekből repedéseken és hasadékokon át tódul ki a gáz, néhol pedig nagyterjedelmű területek örökösen ezzel a gázzal borítvák (nápolyi Kutya-barlang, jávai Halálvölgy stb.) Egy-egy jelentékenyebb szénsavas forrás 62,000—240,000 köbméter és még több szénsavat szolgáltathat egy éven át; egy-egy hasadékon keresztül pedig több százezer, sőt néhány millió liter szénsav tódulhat fel egy óra alatt. Ilosvay* szerint nálunk a torjai bűdösbarlangból egy éven át megközelítő értékben 723,000 köbméter szénsav ömlik ki, a mi súlyban kifejezve 1.425,000 kg.-nak felel meg. Ez azonban távolról sem a legnagyobb mennyiség, a mit egyes szénsavforrások produkálhatnak és e példákat csak azon roppant tömeg illusztrálásául hoztam fel, mely a Föld mélyéből ezen források útján kerül levegőnkbe.**

* Dr. Ilosvay Lajos, A torjai bűdösbarlangról. Népszerű természettudományi előadások gyűjteménye 1885. 2. füzet.

** A Rajna mentén, nevezetesen Burgbrohl és Hönningen mellett, egyes hasadékokból feltóduló szénsavgázt újabb idő óta ipari célokra is alkalmazzák. Az előbbi helyen a gázt közvetlenül ólomfehér gyártására használják, egy részét pedig 75 atmoszféra-nyomással folyós szénsavvá, ezt azután szilárd szénsavvá sűrítik, mely utóbbi becses anyagoknak most már igen sokoldalú alkalmazásuk van az iparban. A kituduló mennyiség egyetlen egy helyen egy napon át 2.160,000 liter, melynek azonban nagy része hasznavehetetlenül távolodik el. Naponként 640 kg. folyós szénsavat állítanak elő és ezen mennyiségnek megfelelő térfogatot használják fel az ólomfehér gyártásánál. Többet feldolgozni most még nem képesek. — Hönningen mellett a szénsavfejlődés csekélyebb és az összes

Vulkáni működéskor egyéb gázokkal s gőzökkel rendszeren szintén jelentékeny mennyiségű szénsav jut a levegőbe, sőt a fumarolák vízgőzét is többnyire nem csekély mennyiségű szénsav kíséri. Diego Franco* szerint, ki sok éven át észlelte tüzetesen az olaszországi vulkánok működése egyes fázisait, a lávák is hoznak szénsavat magukkal, ami kihüléskor távozik el belőlük.

Mindezek elég világos bizonyítékai annak, hogy Földünk mélyében van egyike a leghatalmasabb szénsavforrásoknak, amely anyagát az említett módon juttatja a felszínre, illetőleg a légkörbe. De miből képződik ez a kifogyhatatlan forrás, vagyis mi megint ennek a gazdag szénsavforrásnak a kútforrása?

Kétségkívül a Föld mélyében szüntelenül véghez menő kémiai proceszusokban keresendő az; ezek szolgáltatják csak azt a rendkívül nagy mennyiségű szénsavat, melynek bizonyára a vulkáni működés létrejötténél is van némi része. A Föld mélyében óriási szénsavas közettömegek lehetnek, melyek folytonos átalakulásnak vannak alávetve, mi közben szénsav válik mindig szabaddá, mely útát tör magának a felszínre. E közetek a kovasav hatása alatt részint kovasavas vegyületekké, szilikátközetekké alakulnak, részint pedig más, a szénsavnál erősebb savak hatnak rájuk, módosítják összetételüket és más-más közetté változtatják. — Sok geológus az ilyféle metamorfizmusra vezeti vissza a szénsavképződést a Föld mélyében. Meunier S.** jeles francia geológus azonban másképp magyarázza azt. Földünk nagy fajsúlya, továbbá az égi tájából hozánk hulló meteorvasak és meteorkövek, valamint a Föld egyes helyein, nevezetesen Grönland szigetén (Ovifak) talált termés vastömegek arra a következtetésre szolgáltatnak alapot, hogy a Föld mélyében nagy fajsúlyú fémek, kiválóan pedig termés vas az uralkodó közetanyag. Meunier ezen vastömegeket széntartalmúaknak tételezi fel, és kiindulván Cloëz chemikus azon vizsgálati eredményeiből, melyek szerint az öntöttvasból nemcsak a savak, hanem magas hőfokú vízgőzök is képesek szénhidrogén-vegyületeket fejleszteni, úgy vélekedik, hogy a Föld mélyébe hatoló víz az ott uralkodó nagy hőfok következtében szétbontja az izzón-folyó állapotban lévő vastömege-

mennyiséget csöveken keresztül 1 kilométernyire a hönningeni vaspályaállomás mellett lévő szénsavsűrítő gyárba vezetik, a hol egy részét folyós, illetőleg szilárd szénsavvá dolgozzák fel, másik részét pedig külön e célra szerkesztett vasúti kocsikban Oberlahnsteinbe szállítják, ahol azt a Viktoria savanyúvíz szénsavtartalmának szaporítására használják.

* Annales de Chimie et Phys. 1873. XXX. k. 87. l.

** Annales agronomiques, V. kötet (1879), 204. l. — Naturforscher 12. k. (1879)

ket és a szénnel szénhidrogénekké egyesül. Ez utóbbi vegyületek azonban nyomban elégnék és szénsavat meg vizgőzt adnak. Az így képződő szénsav volna szerinte a felszínre kerülő szénsavmennyiség legfőbb forrása.

De nemcsak a Föld mélye, hanem a Föld felszíni rétege, világosabban szólva, a benne lévő szénsavval terhelt talajlevegő is folytonosan roppant mennyiségekkel szaporítja a levegő szénsavát. Bár kétségbevonhatatlan tény, hogy ez önálló forrásként szerepel, mégis szénsava eredetében aligha nem a Föld mélyének is van része, a mennyiben jórészt innen kerülhet a szénsav a talajlevegőbe, mint alább látni fogjuk.

Dr. Fodor József* egyetemi tanára az érdem, hogy e sokáig tekintetbe nem vett forrásra rámutatott és megvilágította azt a szerepet, mit e nevezetes tényező, mint a légköri szénsav forrása játszik. Utána különösen ujabban Wollny E.** terjesztette ki vizsgálatait e térre.

A talajlég szénsavban igen gazdag; tízszerre, százszorta gazdagabb mint a körlég. Mi természetesebb, mint az, hogy ha a talajlég bármi okból kisebb-nagyobb mennyiségben áramlik fel a talaj felszínére, itt a levegő szénsavát jelentékenyen képes növelni. A feláramlás rendszeren diffúzió útján történik, de időnként erős kitörések útján is keveredik a talajlég szénsava a légkörével. A talajlevegő tehát sohasem nyugszik, hanem folytonos mozgásban, áramlásban és állandó csereviszonyban van a légkör levegőjével. Az áramlásra külső körülmények is befolyanak. Hőmérsékletváltozásokor, valahányszor a légköri levegő hidegebb, tehát nehezebb mint a talajlevegő (pl. őszkor s hűvös éjszakákon), behatol a talajba és kiüzi onnan a melegebb s könnyebb talajlevegőt, mely a légkörbe jut. Erős esők alkalmával a talajba szivárgó víz szorítja ki a szénsavban dús talajlevegőt s kívülről friss levegő jut a talajba. A szelek a mily mértékben felkapják a talaj felületén lévő levegőt, ép oly mértékben segítik elő a talajlevegő áramlását. Nem maradhat befolyás nélkül az áramlásra a légnyomás sem, mert erős légnyomásnál a külső levegő inkább a talaj likacsaiba szoríttatik, semhogy onnan talajlevegő elegendőképen tódulhatna ki. Okvetetlenül befolyással kell lenni a talaj minőségének is, mert világos, hogy az áramlás sokkal könnyebben s gyorsabban történhetik kavicsos és homokos, mint agyagos, márgás és más efféle tömöttebb talajban. Hogy mily jelen-

* Idézett helyen, s még előbb, 1875-ben »Orvosi Hetilap« az évi kötete, és *Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege*. 1875.

** Landw. Versuchsstationen. XXV. k. (1882).

tékeny szerepet játszik ily körülmények közt a talaj, illetőleg a talajlevegő a levegő szénsavtartartalma ingadozásánál, azt külön kiemelni ezek után feleslegesnek tartom.

Hogy ez az áramlás tényleg megtörténik s hogy a levegő szénsavát a talajlevegő jelentékenyen szaporítja, miként azt Fodor ki is mutatta, abból derül ki, hogy a talaj közvetlen felületén nyugvó levegő az év legnagyobb részén át sokkal több szénsavat tartalmaz, mint a magasabb rétegek levegője, és hogy a szénsav ingadozása a föld felületén lévő levegőben sokkal nagyobb mértékű, mint a magasban.

A talajlevegő nagy mennyiségű szénsava részben a talajban véghezmenő korhadás és rothadás eredménye. Minél vastagabb a termő talaj (humus) s minél gyorsabban mennek benne a rothadási s korhadási folyamatok végbe, annál nagyobb a talajlevegő szénsavtartalma. A szénsav egy részét azonban, úgy látszik, mélyebb rétegekből is kaphatja a talajlég. Lehet, hogy a Föld mélyéből szivárog az fölfelé, mert minél mélyebben mentek lefelé a talajban, annál nagyobbak találták a talajlég szénsavtartalmát, már pedig a termő talaj a mélységgel fogy, nem hogy szaporodnék. Még inkább látszik azt bizonyítani az a körülmény, hogy a mély bányák, barlangok, hasadékok stb. levegőjében sok a szénsav; továbbá, hogy nem termő talajban is dúsabb szénsavban a talajlevegő, mint a légköri levegő.

Szénsavforrásként tekinthető a tenger is; de minthogy a tenger ép oly mértékben a levegő szénsavtartalma szabályozójaként is szerepel, ezen tényezők közt fog tárgyalatni.

Csekélyebb jelentőségű szénsavforrást képeznek, melyet csak a teljesség kedvéért említünk, a földben a szerves anyagok bomlása közben képződő és onnan a felületre jutó szénhidrogéngázok, melyek elégeésekor szintén szénsav jut a levegőbe. Ilyen szénhidrogén a mocsárgáz vagy bányagáz, továbbá az örök tüzeket tápláló gázkeverék, mely sokszor petróleum-forrásokból vagy közelükben szokott feltódulni helylyel közel oly nagy mennyiségben, hogy városok világítására használható. Pennsylvániában, Pittsburg városában tényleg világító gáz gyanánt értékesítik az ily gázt. Ujabbban Müntz és Aubin* kísérletileg puhatolták ki, mennyi szénsav juthat a szénhidrogén gázok elégeéséből Páris levegőjébe, és azt találták, hogy egy millió térfogat levegőben 3—10 térfogat szénsav felel meg a levegőbe jutott szénhidrogének mennyiségének; a vincennesi völgyben ellenben ugyanannyi levegőben csak 2—4.7 térfogat. Természetesen

* Comptes Rendus IC. kötet (1884), 871. l. — Naturforscher 1884. 480. lap.

a városban (a világítógáz és mindenféle tökéletlen égési produktum miatt) több, mint a vidéken; habár ez nem mindenütt áll, kivált nem ott, a hol szénhidrogén-exhalációk vannak. A szénhidrogének a levegőben össze nem gyülehetnek, mert igen gyorsan szén-savvá és vízgőzzé égnek, a mihez, az említett chemikusok vizsgálata szerint, a légkörön átczikázó villám is elégséges.

Az eddig említett szénsavtorrások roppant nagy mennyiségű szénsavtermelése aránylag rövid idő múlva e mérges gázzal töltené be légkörünket, ha ép oly mértékben fogyasztás nem következne be a minőben a levegő szénsavtartalma szaporodik. Hogy a fogyasztás, úgyszólván, mindig oly mértékben történik, mint a szaporodás, azt eléggé igazolja az a csekély mértékű ingadozás, mely a levegő szénsavtartalmában tapasztalható. Ha a fogyás s a szaporodás egyensúlyt nem tartana, légkörünk szénsavtartalmát majd sokkal nagyobbnak, majd sokkal csekélyebbnek, általában folytonosan merőben változónak kellene találnunk, nem pedig úgy, a mint azt az eddigi vizsgálatok konstatálták. A természet azon tényezői tehát, a melyek a levegő szénsavát fogyasztják, egyszersmind tartalmát is szabályozzák. Ennek köszönhető, hogy légkörünk szénsavtartalma se nem szaporodik, se nem fogy annyira, hogy mennyisége a természet háztartásában zavarólag hatna s az élet fejlődését gátolná, illetőleg megakasztaná. A szabályozó tényezők, ép úgy mint a források, részben a szerves, részben a szervetlen világból valók, világos jeléül annak, hogy a levegő szénsavtartalmának szerepe a természet mindkét világára egyaránt kiterjed.

A levegő szénsavtartalmát szabályozó tényezők közül legismerebb a növényzet. Ennek a természetben az a fontos föladat jutott, hogy a szervetlen anyagokból szerves, azaz széntartalmú vegyületeket alkosson, melyeket részben az állatvilág tápláló anyagúl, részben pedig az ember is táplálékul, vagy pedig egyéb céljaira használ. Azon szervetlen vegyületek között, melyekből a növény életfolyamata közben a szerves anyagokat készíti, legfontosabbak egyike a levegő szénsava. Kísérletileg bebizonyított tény, hogy a növény gyarapodni nem képes, sőt lassanként enyészetnek indul, ha légköréből a szénsavat mesterségesen eltávolítottuk, jöllehet egyéb körülményeken semminemű változás nem történt. Az a szénmennyiség, mely a növényzetben felhalmozódik, kizárólag a levegő szénsavából kerül oda, minélfogva a levegő szénsava a növényzetnek nélkülözhetetlen tápláló anyaga. A növények a szervezetükbe felvett szénsavat elbontják, a szenet mintegy visszatartják, testükké asszimilálják, a fel nem használt oxigént pedig kilehelik. Nappal ezt a folyamatot, t. i. a szénsav felvételét, oly gyorsnak találták, hogy a gyenge légáram,

mely valamely erőteljes fa sűrű lombja között elvonul, szén-sav-tartalmától majdnem teljesen megfosztatik.

Hogy a növényzet milyen mennyiségű szén-savat fogyaszt, vagyis mennyit von el a légkörből, annak mértékéül csakis az a szén-mennyiség szolgálhatna, mely egy év mindennemű termésében felhalmozódik. Ha ismerjük egy hektár erdő fa- és levéltermésének évi átlagos mennyiségét, 1 hektár szántóföld, rét, stb. termését, s ha tudjuk, mennyi az aratott termékek szénmennyisége, akkor az összes szénmennyiség könnyen kiszámítható, ebből pedig a CO_2 -képlet alapján az is, hogy mennyi szén-sav volt szükséges az ismert mennyiségű szén képződéséhez.

E b e r m a y e r kiszámította, hogy a bajor erdők egy-egy hektárjának egy évi fa- és levéltermésében kerekszámban körülbelül 3000 kg. szén van lerakva (1600 kg. a fában, 1400 kg. a levelekben). Ezen szénmennyiség képzésére a erdőnek a vegetáció tartama alatt (5 hó = 150 nap) hektáronként 11,000 kg. vagyis 5595 köbméter szén-savat kellett a légkörből fogyasztani, naponként tehát 73 kg.-ot, vagyis 37 köbmétert.* — Egy hektár gabonával bevetett terület középterméskor átlag 2320 kg. szemet és 2500 kg. szalmát, vagyis összesen 5840 kg. termést ad. Víz-tartalmát 15%-nak véve, a száraz anyag 4964 kg. Ennek széntartalma 50% lévén, az 1 hektár összes szénprodukcziója 2482 kg., a mihez 9100 kg. szén-sav volt szükséges, vagyis, ha a vegetáció idejét 4 hónapnak vesszük, naponként 75·8 kg., azaz 38·55 köbméter.** — Ha az 1 hektár erdő vagy a gabonaföld azt a szén-savmennyiséget fogyasztaná, mely az ily nagyságú terület fölött elterülő levegő-oszlopban van (körülbelül 46,154 kg.), akkor 4, illetőleg 5 év alatt a fölötté lévő levegő-oszlopban szén-sav nem volna.

Ezen adatokat nagyobb területekre alkalmazva, például hazánk

* Ennek fejében ezen idő alatt 8000 kg. azaz 5594 kbm., vagyis naponként 53 kgr. = 37 kbm. (tehát ugyanannyi térfogat) oxigén jutott a levegőbe.

** E b e r m a y e r azt is kiszámította, hogy oly mennyiségű szén-savat, mit 1 hektár erdőterület vagy gabonaföld egy év alatt fogyaszt, 32 ember produkál lehelés közben; vagy ha a fűtő és világító anyagokat is hozzávesszük, mire egy-egy embernek egy éven át szüksége van, akkor 4 ember képes pótolni a növényzettől fogyasztott szén-sav említett mennyiségét. Más szóval, ha az erdő közepén álló valamely erdészházat 4 ember lakja, akkor ezek lehelés közben, továbbá a fűtés és világítások elhasznált anyagok által oly mennyiségű szén-savat produkálnak, mint a mennyit 1 hektár terület az egy évi fa- s levélterméshez fogyaszt. Együttal a 4 ember fel is használja az oxigén összes mennyiségét, melyet az erdő fái az 1 hektár területen kileheltek. Ebből azt következteti, hogy a kisebb erdőknek semminemű lényeges szerepük sem lehet a levegő javításában, és így ligetek vagy fákkal beültetett sétateretek, kertek stb. ily tekintetben a nagy városok lakóira nézve jelentőséggel nem bírnak, bármily sok egyéb kellemetességet nyújtsanak.

13.284,103 kat. hold = 7.675,770 hektárnyi erdőterületére, kitűnik, hogy ennek összes szénsavszükséglete egy év alatt körülbelül 84,433 millió kg., azaz 42,945 köbméter. — Ez azonban csakis az erdőterület szénsavfogyasztása volna; hogy képünk hazánk vegetációjának szénsavszükségletét egy éven át megközelítse, hozzá kellene adnunk még a mezőgazdaságilag felhasznált területet is. Ez a terület újabb statisztikai összeállítás szerint 30.687,934 hektár.* Középter-méskor 1 hektár termékeire E b e r m a y e r szerint átlag 2000 kg. széntartalom számítható, a melynek 7333 kgr. szénsavfogyasztás felel meg. Ezt alapul véve, hazánk mezőgazdaságilag felhasznált területén az összes növényzet körülbelül 225,035 millió kilogramm szénsavat fogyaszt. Ehhez hozzávéve az erdőterület szénsavfogyasz-tását, hazánk összes növényzete egy éven át körülbelül 309,468 millió kg. szénsavat von el a levegőből.

Az egész Föld növényzetének szénsavszükségletéről fogalmat alkothatnánk magunknak, ha tudnók a növényzettel borított terület nagyságát. Erre nézve az adatok hiányosak; de megközelítőleg a szárazföld felületének $\frac{3}{4}$ részét bizonyára növényzettel borítottnak lehet venni, vagyis körülbelül 10,159.875,000 hektárt. Alapul véve hazánk vegetációs területének szénsavszükségletét, az egész száraz-föld növényzete egy éven át körülbelül 90 billió kg. szénsavat fogyaszt. Ha a levegő szénsavtartalma folytonosan nem szaporíthatnák, akkor az állandó szénsavtartalom (körülbelül 2353 billió kg.) vagy 26 év alatt fogyna el; de talán még rövidebb idő alatt, minthogy a tengeri növények fogyasztása nem jött számba.

Nem csekély mennyiségben vonnak el a levegőből szénsavat a légköri csapadékok is. Az eső, a hó, a dér esésük közben a levegő alkotó részeit és ezekkel együtt szénsavat is abszorbeálnak. A mennyiség B u n s e n szerint 10° C.-nál az abszorbeált levegőtérfogot (átlag 8%) 2.46 százaléka. Ennek a szénsavas víznek nagyon fontos szerepe van a természet háztartásában, különösen az ásványvilágban. Egyrészt a forrásvíznek frissességet kölcsönöz, ihatóságára kellemes hatással van, útjában egyszersmind feloldja a karbonátokat, vízben oldható bikarbonátokká változtatja s addig hurczolja magával, míg a víz elpárolgásával a félig kötött szénsav is eltávolodik belőle s a karbonátok lerakódnak. Az ilyen víz szerepe tehát kettős: kőzet-pusztító s kőzetalkotó. — A szénsavas víz azonban nemcsak a karbonát-kőzeteket képes feloldani; megtámadja az a sziliká-tokat és egyéb kőzeteket is, karbonátokká alakítja és ez úton igen nagy mennyiségű szénsavat köt meg. Ez utóbbi hatásában

* Földes Béla, Magyarország statisztikája. Budapest, 1885.

rejlük a szénsavtartalmú légköri csapadékoknak legfőbb szénsavszabályozó erejük.

Ugyancsak geológiai szerep az, melynél fogva a tenger mint hatalmas szénsavszabályozó és mint szénsavforrás is szerepel. Schilling Th.* utalt legelőször a tenger ezen hatására. A szénsavnak a karbonátokra ható díszszocziációjával lévén sokáig elfoglalva rájött, hogy a levegő szénsavtartalma szoros viszonyban áll a tengerben feloldott mészbikarbonáthoz. Ha a levegő szénsavtartalma csökken, akkor a tengervízben oldva lévő mészbikarbonát megfelelő mennyisége elbomlik, szénsavának fele részét a levegőbe juttatja s a mészkarbonát a tengerben lerakódik. Ha ellenben a levegő szénsavtartalma szaporodik, akkor a tengervíz szénsavat abszorbeál és megint mészbikarbonát alkot. Ekként folyik be a tenger az egyensúly helyreállítására a szénsavszaporodás és a fogyás közt s a levegő szénsavtartalmának valódi szabályozójaként szerepel. Ezen tünemény oka abban keresendő, hogy az oldatban lévő mészbikarbonát kötött szénsava és a levegő szabad szénsava között bizonyos feszülési viszony áll fenn, mely a kettőt folytonos egyensúlyban igyekszik tartani.

Nem tartom érdektelennek felemlíteni még azt a kérdést, a mit nem rég Lawes J. B.** angol geológus vetett fel. Szerinte a szénsavszaporodás jelentékenyebb mint a fogyasztás. Minthogy pedig a főlősleges szénsav a Föld szabad szenének rovására képződik, azt kérdezi, honnan pótolja a természet ezt a folytonos szénvesztéséget. Ő ennek forrásául az oceánok szerves szénét tekinti, és véleményét azon tengervíz-elemzésekkel támogatja, melyek szerint a tenger igen nagy mélységeiben is oly tetemes a szénsavtartalom, hogy egy 1000—1500 méter vastagságú vízréteg legalább is háromszor annyi szén tartalmaz, mint ugyanoly nagyságú felszíne fölött lévő levegőoszlop szénsavmennyisége. Azt hiszi, hogy az oceánban felhalmozott rengeteg mennyiségű szén még hosszú ideig lesz képes a Földön a szénvesztéséget pótolni és így az egyensúly ebben az irányban is biztosítva volna.

DR. SZTERÉNYI HUGÓ.

* Comptes Rendus 96. k. (1880). I. k. 1410. l.

** Philosophical Magazine. Ser. 5. XI. k. (1881). 206. l.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.