

rendesen rothadó állapotban. De van közöttük tisztán hűsevő is, még pedig ragadozó, mint pl. a *Leptodora hyalina*.

Bár önmaguk is kicsinyek, mégis több másféle, természetesen kisebb állatoknak gazda-állataiként is szerepelnek. Különösen kocsányos Algák, Vorticellák és Rotatoriák keresik meg a Cladocerákat. De ha ezek nem csupán a páncczélra, hanem az ágas-csápokra is rátelepednek, előbb megnehezítik a helyváltoztatást, később pedig a gazdának elpusztulását okozzák, mivel az ilyenformán akadályozva van a zsákmány megszerzésében. De gomba-betegségeknek is ki vannak téve s különösen a *Saprolegnia*-félék tesznek bennök nagy pusztítást.

A természet háztartásában a Cladoceráknak szembetűnőbb szerep nem jutott és működésük majdnem észrevehetetlen. Szerepük azonban nekik is van. Egyrészt mint egészségügyi örök működnék, felfalva a korhadó szerves részeket, másrészt, mint zsákmány is meglehetősen fontosak. Igen sok hal, madár és vízi rovar meg rovarlárva táplálkozik a tömegesen megjelenő Cladocerákból.

Befejezésül talán nem lesz érdektelen, ha elmondom, hogy hazánk területe általában véve, tekintettel sok folyónkra, tavainkra, még több tócsáinkra és számtalan pocsolyáinkra, igen kedvező talaj a Cladocerák tenyészetére. Elterjedésök tekintetében négy csoportba oszthatók: 1. havastáji, 2. hegyvidéki, 3. alföldi tavakban és 4. folyamártéri és esővízi tócsákban élők. Különben hazánk faunájából ez ideig 100 faj ismeretes, tehát több, mint a mennyi akármely más európai területről, s ezek között van azután 12 olyan faj, a mely még eddig csupán hazánkból van feljegyezve. Nincs és nem lehet kizárva azonban annak valószínűsége, hogy a további kutatások hazánk faunájából még több új adattal gazdagíthatják a tudományt.*

DADAY JENŐ.

* Bővebben olvashat az érdeklődő ez állatkákról a következő műben: A magyarországi Cladocerák magánrajza. A kir. m. természettudományi Társulat megbízásából írta Dr. Daday Jenő. Budapest, 1888. Kiadja a kir. magy. term. tud. Társulat. 4 rajzlappal. SZERK.

AZ ESŐ KELETKEZÉSÉRŐL.*

India belsejében némely falunak a helység kovácsán, bakterén, adószedőjén kívül van még egy rendes tisztviselője; *galopári* a neve, a kinek az esőcsinálás a hivatala. A galopárinak gyöngyélete van, ha idejében esik; de bezzeg meggyül a baja, ha az áprilisi és májusi szárazság júniusba és júliusba is benyúlik s a földműves hétről hétre látja, hogyan perzseli le vetéseit a tikkasztó szél heve. A közvélemény az esőcsináló tehetetlensége ellen fordul, űzik, hajtják, közbe-közbe meg is verik, míg végre sikerül neki egy jó kis esőt tá-

masztani. Hogyan csinálja? Ez az ő titka, s az odavalók hite szerint, valamint sok más egyebet, az európai műveltségű ember ezt sem bírja egyáltalában megérteni.

Ne bolygassuk hát a galopárit, hanem forduljunk kérdésünkkel a természethez, mely az okosan kérdezőtől nem sajnálja a feleletet. És ha választ megértve, arra a tudatra jövünk, hogy az esőcsinálás nem emberi mesterség, azt hiszem beérhetjük azzal is, ha valamikor megtanuljuk a bekövetkezendő időjárás előre megjósolását.

Az eső keletkezésének kérdése, általánosságban tekintve, rendkívül egyszerűnek látszik. Rendkívül hasonlít

* H. F. B l a n f o r d Hytheban tartott előadása nyomán. A *Revue Scient.* 1889. 5. számából.

a lepárlás folyamatához. A lepárlás tudvalevőleg abban áll, hogy lombikban, vagy akár üstben vizet forralunk s az így keletkező gőzt hidegen tartott csövön át vezetjük, hol a gőz ismét cseppekké sűrűsödik s valamely edényben megint összegyűjthető. Szóval, melegség árán gőzt fejlesztünk, s ezt melegtől megfosztván, ismét folyós vízzé változtatjuk. A természet szakasztott ugyanezt a módot követi.

A lombikban a víz egész a forrásig felmelegszik; de ez nem okvetlenül szükséges, mert a víz minden hőfokon, sőt még a fagyponton is párolghat. Wollaston krioforja ilyen tűz nélkül működő lombik. Két helyen derékszögben meghajlított s két végén egy-egy gömbbel felszerelt üvegcsőből áll. A gömböket körülbelül egy harmadára megtöltjük vízzel, s azután erősen forraljuk mindaddig, míg a kitóduló gőz mind magával ragadta a készülékben levő levegőt, mire a csövet beforrasztjuk. A kriofor most már készen van és csakis víz és vízgőz van benne. Ha a vizet mind átöntjük az egyik gömbbe és az üres gömböt valami hűtő keverékkel, pl. sóval hintett jégtörmelékkel körül vesszük: a víz forrni kezd s át párlódik az imént még üres golyóba. Ez ezt bizonyítja, hogy az át párlás alapfeltétele az, hogy a készülék két része különböző hőmérsékű legyen.

Nagyon tévedne a t. olvasó, ha a most mondottak alapján azt hinné, hogy a krioforban végbemenő át párláshoz nem is kell meleg. A pára vagy gőz fejlődéséhez igen is kell meleg, még pedig sok meleg, bármely hőmérséken történjék is az. A kriofor is bizonyítja ezt. Ha ugyanis az elébb leírt kísérletet tovább folytatjuk s a vizet magába foglaló gömböt flanelbe burkoljuk, hogy kívülről meleg ne juthasson hozzá, bizonyos idő múlva a víz benne meg fog fagyni. Eme különös jelenség magyarázata ím ez. Hogy a víz gőzzé változhassék, ahhoz meleg kell; de kívülről nem jut meleghez, kénytelen tehát saját melegét fogyasztani, minek következtében hő-

mérséke egyre csökken, mindaddig, míg elvégre megfagy.

Hogy a víz gőzzé változása meleget kíván, arról könnyen meggyőződhetünk, csak egy hőmérőnk legyen. A hőmérő gömbje köré göngyöljünk egy darabka patyolatot vagy finom gyolcsot, s azután mártjuk vízbe. Ha a víz már hosszabb ideig áll a szobában, a hőmérő állása nem igen fog változni, de a mint légvonatos helyre visszük, a kéneső rögtön leszáll a csőben. Indiában, mikor egy bizonyos forró száraz szél fúj, az elébb leírt módon felkészített hőmérő olykor 28°C -sal is alacsonyabb hőfokot mutat, mint a milyen a környezett hőmérséke. Jegyezzük meg tehát jól: mikor a víz párává válik, meleget, sok meleget szed magába és ezt a meleget, mint meleget sem érzékeink, sem hőmérőink meg nem érzik; és jegyezzük meg másodszer azt, hogy ettől a melegtől meg kell a gőzt fosztani, ha azt akarjuk, hogy megint cseppekké sűrűsödjék.

A párolgás közben felszedett meleg mennyisége függ a párolgó víz hőmérsékletétől és annál nagyobb, mentől hidegebb a párolgó víz. Így pl. midőn 0° vízből egy grammnyi elpárolog, ez annyi meleget szed magába, a mennyivel 5 grm. 0° vizet 0° -ról 100° -ra lehetne hevíteni. A gőz azért egy cseppet sem melegebb annál a víznél, melyből keletkezett, mintha csak elrejtőzött volna az a sok meleg. Ezért adták az így eltűnő melegnek a *rejtett meleg* nevet. Valamennyi folyadék között a víznek legtöbb meleg kell az elpárolgására. Töltsünk meg egy kisebb edényt 0°C . vízzel és tegyük alá egy olyan lámpást, a mely ezt a vizet, mondjuk 10 percz alatt, a forráspontig hevítheti. Ezentúl a víz már nem melegszik, de átalakul gőzzé és ha a láng melegítő ereje eközben meg nem változott, egy egész óra kell rá, míg az egész víz gőzzé alakul. Ehhez hasonló tapasztalat vezette a mult század végén az angol Black-et a vízgőz rejtett melegének felfedezésére. Hogy a párolgó víz sok meleget szed fel, azt magunk is nem egyszer tapasztal-

juk elég kellemetlenül. Ázzék meg rajtunk a ruha, dideregni kezdünk s meg is hűlhetünk. A víz párolog rólunk és a szükséges meleget onnan veszi, a hol legközelebb éri, t. i. saját testünkéből. Ámde ezt a tapasztalatot javunkra is fordíthatjuk, mert módot nyújt, hogyan tegyünk szert hűs italra, ha jéggel nem rendelkezünk is. Indiában pl. készítenek korsókat máz nélkül. Ha az illet meg-töltjük vízzel, a víz keresztül szivárog az égetett agyag likacsain, s a korsó külseje vizes lesz. Ha a korsót meleg légáram éri, az átszivárgó víz elpárolog s ennek következtében annyi meleget visz el, hogy körülbelül egy óra le-folyása alatt a víz 0°-ra is lehül, jóllehet árnyékban 44°—46°-ot mutat a hő-mérő. Nálunk nem igen készítenek efféle korsókat, de ha a mi mázos korsóinkat nedves ruhába takarjuk, az eredmény ugyanaz lesz.

Térjünk most vissza kítűzött kér-désünkre. A levegőben mindig van több-kevesebb vízgőz, a mely a tengerekből, tavakból, folyókból, sőt még a talaj-ból is szüntelenül felszállong. Mennyi víz párolog el bizonyos idő alatt, az nemcsak érdekes, de sokszor szerfelett fontos kérdés is, midőn pl. a vizet mesterségesen nagy tartókba gyűjtjük, hogy abból valamely nagy város szükség-letét fedezzük, vagy öntözésre hasz-náljuk. Az elpárolgó víz mennyi-sége függ természetesen a helytől és az évszaktól. Így Angliában havonként 38—63 mm., azaz egy év alatt 456—766 milliméternyi vízréteg párolog el átlag. Ámde Anglia keleti részeiben az eső évi mennyisége átlag csak 600 mm. Ebből könnyű levonni a tanulságot.* Száraz földterületeken a párolgás túl-haladhatja az eső mennyiségét. Nagpour-ban van egy nagy vízmedence, melyből a száraz, forró évszak alatt a párolgás harmadfélszer annyit fogyaszt, mint a mennyi a város szükségleteinek fede-zésére kell.

* Több idevágó adat található : H e l-
l e r Á. »Időjárás« 141. l.

Ezekből kitetszik, hogy az elpárolgó víz mennyisége óriási. Ha kis eső esik, az majdnem mind elpárolog újra és valószínű, hogy a rendes esőnek is körülbelül csak fele marad a források és patakok táplálására. A levegő pára-tartalma nagyon változékony. Európa nyugoti tartományaiban — és részben mi nálunk is — a nyugoti és a dél-nyugoti szél nedves, mert a tenger felől jön, az észak-keleti pedig száraz, mert kontinensről jön és még más okból is, melyről alább lesz szó.

A levegő páratartalmát a nedvesség-mérővel (higrométerrel) szokták meg-határozni, de megtudhatjuk úgy is, ha egy bizonyos térfogatú levegőt víz-szivó anyagon hajtunk át, pl. kénsavval meg-töltött csöveken. A kénsav letartóztatja a vízpárakat, következtésképp súlyo-sabbá válik. A súlybeli növekedése meg-adja a levegőben volt gőzmennyiséget grammokban. Efféle kísérletekből ki-tűnt, hogy pl. 1 köbméter 0° C., 15° C. és 30° C. levegőben lehet 5 gm., 13 gm. illetőleg 30 gm. pára, de több nem. A páratartalom tehát gyorsan nő a hő-mérséklettel. Ha a levegőben annyi gőz van, a mennyi a megfelelő mérsék-leten egyáltalában lehet, azt mondjuk, hogy *telítve* van gőzzel; a gőzt magát telített gőznek mondjuk. Megjegyzendő, hogy a levegő rendszeren nincsen gőzzel telítve.

Képzeljünk egy köbméter 30° C. mérsékletű gőzzel telített levegőt és gondoljuk, hogy lehűtjük 15° C.-ra. Mi fog történni? A 15°-os levegő köb-méterében csak 13 gm. gőz fér meg, tehát a gőzfelesleg 30—13 = 17 gm. le fog csapódni. Most tegyük fel, hogy a 30° C. mérsékletű köbméter levegő-ben csupán 13 gm. vízgőz van. Ha fokozatosan lehűtjük egészen 15° C.-ra, lecsapódást mindeddig nem észlelünk, mert a benne levő gőz épen csak most telíti a levegőt. De ha a hűtés tovább tart okvetetlenül bekövetkezik a le-csapódás megint. Azt a hőmérséklet, a melyen a levegőben tényleg meglevő gőz a levegőt telíteni bírja, s melyen a

további lehülést folytatva, a gőz le kezd csapódni, *harmatpont*-nak nevezzük. A mondottakból világos, hogy a lecsapódás a levegőben lévő pára mennyiségéhez képest bármely hőmérsékleten, sőt a fagypontra alúl is beállhat.

Eme szükséges tudnivalókat előre bocsátva, hozzáláthatunk a légköri csapadékok keletkezésének magyarázatához. Szóljunk először is a *harmatról*, kiindulva egy mindenkitől igen jól ismert tapasztalatból. Az esőzés szakában, mikor a levegő rendkívül meleg és nedves, egyszer egy gentleman Calcuttában egy pohár jeges brandy mellett ült. Nemsokára észrevette, hogy pohara vizes és tócsában áll, és azt gondolva, hogy pohara talán hasadt, a tócsabeli folyadékot megízlelte. Mikor pedig ízletlennek találta, így kiáltott fel: »különös! a víz keresztülszívárog az üvegen, a brandy pedig nem!«

A ki az eddig mondottakat figyelmesen elolvasta, mosolyogni fog e tüneményt illetően naiv magyarázatán, mert rögtön eltalálja, hogy a jeges folyadékkal megtöltött pohár körül képződött víz a levegőbeli pára lecsapódásából támadt, hogy az tulajdonképpen harmat volt. A harmat keletkezésének kérdésével legelőször Wells foglalkozott tudományosan, t. i. mérések és kísérletek alapján, a mi az egyedüli helyes eljárás valamely természettudományi probléma megoldására. Kutatásai azt az eredményt adták, hogy a harmattal bevont tárgyak hidegebbek, mint az őket környező nedves levegő; ez tehát lehül egész a harmatpontig, mikor is a párája a hideg tárgyakra cseppek alakjában csapódik le. E magyarázat szerint a harmat a levegő vízgőzéből ered.

Mivel azonban némely jelenség ilyenformán nem magyarázható meg, napjainkban Aitkens újra tanulmányozta a kérdést. Sok számos, lelkiismeretesen véghezvitt kísérlete és mérése azt mutatta, hogy harmatos éjjeleken a talaj maga mindig melegebb néhány fokkal, mint a vele érintkező levegő. Ebből ismét az következik, s kísérletei ezt igaz-

olták is, hogy a földből, kivált a növényzettel borított területekből mindig emelkedik pára, mely azután a hidegebb fűszálakra harmat alakjában verődik le. *A harmat tehát mind a levegőben foglalt, mind a talajból felemelkedő párák lecsapódásából ered.** Ha a harmatpont a fagypontra alul áll, azaz, ha a pára a fagypontra alacsonyabb hőmérsékleten kezd megsűrűdni, akkor nem cseppek, hanem finom tűalakú jégkristályok alakjában válik ki a hideg tárgyakon. Ez a *dér*.**

Mikor a talaj feletti levegő maga is lehül, a pára ott a levegőben szerteszét kóválygó, apró cseppek alakjában folyósodik meg; ez a *köd*. A köd képződését hathatósan elősegíti a levegőben lebegő por, füst stb., mert a lecsapódó pára ezekre verődik rá. Így Londont csak azóta sújtja olykor az a napokig tartó sűrű köd, a mióta annyi gyárkémény füstje rontja levegőjét. Sőt nem egy tudós (Aitkens,*** Kieszling †) azt állítja, kísérletei alapján, hogy köd egyáltalában csakis poros levegőben képződhetik. Ezt az a körülmény is igazolni látszik, hogy Pittsburg légköre feltűnően megtisztult azóta, hogy az egyik artézi kútból feltörő természetes világító gázzal sütnék, főznek, olvasztanak stb.

Mikor a pára a talaj felett nagy magasságban sűrűdik meg, létrejön a *felhő*. Köd és felhő tehát egy s ugyanazon módon keletkezik.

A felhő képződésében egy felette fontos tényező szerepel, a mellyel okvetetlenül meg kell ismerkednünk. Ha zárt edényben a levegőt erősen összenyomjuk, tetemesen fölmelegszik. Ez a melegedés nem magyarázható a légsűrítő dugójának surlódásából, hanem a levegő összenyomására fordított munkánk alakul át meleggé. És ez a

* A harmat képződéséről lásd: Term. tud. Közl. XI. k. 185. és 265. l. és XIX. k. 301. lap.

** Lesz-e reggelre dér? Term. tud. Közl. XX. k. 157. l.

*** L. Humboldt. 1885. május 192. l.

† Meteorol. Zeitschr. 1884. 117—126. l.

meleg újra munkává alakulhat, ha az összenyomott levegőt kibocsátjuk, mert ez most régi ténnyé foglalnán el, megint visszazoritja a külső levegőt, a mikor azután hőmérséke ismét annyi lesz, mint volt az összeszorítás előtt. Jobban mondva, hőmérséke most kisebb, mert hiszen az összenyomott levegő melegének egy részét az edény vette át. Sőt az ily módon táguló levegő hőmérséke feltűnő módon csökkenhet. Ezt legjobban megérthetjük egy példából. Legyen a levegő hőmérséke az összenyomás előtt 15°C ., az összenyomás után pedig 70°C ., a hőmérséklet emelkedése tehát 55°C . Várjunk míg az edény a benne lévő levegővel ismét 15° -ra lehül s most szabadítsuk fel a nyomás alól. A hirtelen táguló levegő hőmérséke most ugyanannyi fokkal lesz kevesebb, a mennyivel előbb emelkedett, azaz hőmérséke most $15 - 55 = -40^{\circ}$! A hirtelen táguló levegő ugyanis kénytelen volt a külső levegőt visszazoritani, azaz munkát végezni, és ezt a munkát az eltűnt meleg árán végezte. A hideg előállításának ezt a módját napjainkban mind sűrűbben kezdik alkalmazni. Így hűtik a friss húst szállító hajók kamaráit, a vágó-hidak hús-tárait és a párizsi »Morgue« halottnéző termét.

Mi köze ennek a felhőképződés kérdéséhez?

A levegő nagy mértékben összenyomható. Ezt tudva, könnyű belátni, hogy péld. egy kilogramm levegő térfogata attól a nyomástól függ, melynek alá van vetve. Ha a nyomás nagyobbodik, az egy kilogramm levegő térfogata kisebb lesz, ha a nyomás ellenben kisebbedik, a levegő térfogata okvetetlenül nagyobbodni fog. Az is ismeretes, hogy légkörünk a Föld felszínét nyomja, még pedig a tenger szintjén nagyobb erővel, mint valamely hegy tetején, mert hiszen ott már egy hatalmas légréteg van alattunk. A levegő nyomását, melyet ez a Föld színén egy négyszög-deciméternyi területre kifejt, kerekszámban 100 kgm.-nak véve, a nyomás 300, illetőleg 600 méterrel ma-

gasabban 4, illetőleg 8 kgm.-mal kevesebb. A levegő nyomása tehát függőleges irányban felfelé mindinkább csökken, a bármilyen okból *felemelkedő légtömeg folytonosan tágulni s ennek következtében szükségkép hűlni is fog*, a minnek azután a párák megsűrűsödése, felhőképződés lehet az eredménye.

Az emelkedéssel járó tágulás okozta hőmérsékletcsökkenés értékét ismerjük. Ez 1 fokot tesz minden 99 m. emelkedésre, száraz levegőt feltételezván. Ha pára is van benne, a dolog mindaddig nem igen változik, míg a folyósodás be nem áll. De a mint a cseppképződés bekövetkezik, a gőz rejtett melege felszabadul, a légtömeg ennek következtében melegszik, és jóval magasabbra kénytelen emelkedni, míg hőmérséke egy fokkal csökkenhet. Hogy mennyivel magasabbra emelkedik ilyformán, az a nyomástól és a hőmérséktől függ. Így ha a levegő nyomása 762 mm. és hőmérséke 0° , akkor 149 m.-nyire, ha pedig hőmérséke 15° , 120 méternyire kell emelkednie, hogy 1 fokkal lehűljön. Viszont, ha valamely légtömeg leszállni kénytelen, akkor mindig sűrűbb rétegekbe érkezvén s ezektől összenyomtatván, fölmelegszik. Így azután megeshetik, hogy a leszálló ködös levegő megtisztul: a felhő nyomtalanul eltűnik, elpárolog, a levegő pedig lehül, mivel az elpárolgásra meleg volt szükséges.

Az imént felhozott számok felvilágosítást adnak a leszállás okozta melegedés mértékéről is.

Lássuk már most közelebről *hogyan képződnek a felhők és az eső*. Szóljunk először is a legközönségesebb felhőről, a gomolyfelhőről, vagyis a cumulusról.

A tiszta levegő könnyen átbotcsátja a meleget, azaz a Nap sugarai áthatolnak rajta, a nélkül, hogy magát a levegőt észrevehetőleg meglegegetenék. De annál jobban megmelegszik a talaj, a melytől azután a vele érintkező, szomszédos légrétegek meleget vesznek át. A levegőnek alsó rétegei tehát melegebbek mint a felsők, és a midőn a hő-

mérsék eme különbsége 99 méterenként eléri az 1 fokot, az alsó meleg réteg emelkedni kezd és lehül mindaddig, míg hőmérséke egyenlővé nem válik a környezet hőmérsékével. A hidegebb levegő természetesen leszáll. A meleg áramlat párát szállít a magasba, mert a talajjal érintkező levegő mindig dúsán meg van rakva párával, a mint azt feljebb elmondottuk. Ez a kétféle áramlás egyre feljebb terjeszkedik, míg végre eléri azt a magasságot, a hol a felemelt nedves levegő hőmérséke a harmatpontig süllyed, a mikor aztán gomolyfelhő kezd képződni. Ennek alja csendes időben majdnem egészen sík. A felhőképződés eme módját nyáron majdnem minden nap észlelhetni a Tátra déli lejtőjét koronázó csúcsok körül. A gomolyfelhő tehát látható felső része a felszálló meleg légáramlatnak, alsó határa pedig azt a magasságot jelzi, a hol a megsűrűsödés kezdődik. A felhő most már gyorsan növekszik és sokszor nagyon magasra tornyosul. Tikkasztó nyári napokon az ilyen gomolyfelhőkből nem ritkán villámoktól kísért hatalmas zápor kerekedik. A köd és a felhő vízcseppjei nagyon kicsinyek, azért lebeghetnek a levegőben. De ha több ilyen parányi csepp egyesül, akkor a levegő ellenállását legyőzvé, esni kezd és estében még száz meg száz ilyen cseppecskékkel egyesülve, esőként zuhan le.

Hogy a felszálló, nedves légáramlatokból felhő s ezekből pedig eső támad, ezt számos feljegyzés bizonyítja. Minden nagy égés vagy tűzvész borulatot okoz és csendes időben, hatalmas esővel végződik. Ez olyan bizonyos dolog, hogy e részben akár a galopári szerepére vállalkozhatnánk. Minthogy tanulságos, és a mellett mulattató is, meg nem állhatom, hogy legalább egy ilyen esetet fel ne említsek az amerikai Espy följegyzései nyomán. Mackay Flórida félszigetének fölmérésével foglalkozott. Egy igen nagy kiterjedésű, sásos területet kellett volna átvágni. A sás két méter magasra nyúlt, s a földet vastag, helyen-

ként egy métert meghaladó száraz fűbozót borította, a melyen keserves munka lett volna áthatolni még a néger munkásoknak is, a kik különben is panaszoktá a szélcsend és a kiállhatatlan hőség miatt. Mackay hűs szellőt és esőt ígért nekik, ha munkájokat jól végzik. A négerek föltekintve a kétségbeejtőleg tiszta kék égre, bamba mosolygással hitetlenül rázták fejüket. Erre Mackay parancsot ad, gyűjtsák fel a nádat több helyen. Az megtörténik; a tűz roppant sebességgel terjedvén, legott óriási lángoszlop emelkedett az égnek és Mackay, hogy a négerek figyelmét a történőktől elvonja s őket egyúttal megrézfálhassa, oda áll a főenyre, nagy kört von maga köré, és furcsán gesztikulálva, mindenféle érthetetlen szokat mormog. Ez így tartott néhány perczig, a mikor bámészkodásukból rettentő dörgés riasztotta fel a négereket, kik föltekintve, hatalmas felhőt látnak a fejük felett, melyből villámok czikkáznak. Megindult a zápor is és a szegény négerek reszkette borultak térdre és rémülve néztek urokra, ki felhőt, villámot, záport tud támasztani.*

A hidegebb északon előforduló, nagy területeket áztató, tartós eső ugyancsak ilyformán keletkezik, t. i. a felszálló légtömegektől magukkal ragadt párák folyosodásából. Mielőtt azonban ennek a valamivel bonyolódottabb kérdésnek fejtegetésébe fogunk, a mihez az egész légkörnek a Nap okozta és a Föld forgásától módosított mozgásának ismerete szükséges: lássunk még egy egyszerűbb és a következők megértését hathatósan elősegítő tüneményt. Neve *Föhn*, hazája az Alpések, kivált a Középalpések északi lejtői. A Föhn Svájc és Tirol északi lejtőin olykor megjelenő száraz és meleg déli szél, mely a havat meglágyítván, megindítja a pusztító lavinákat, és a havat gyorsan olvasztva, gyakran nagy veszedelmet okoz. A meteorológiai megfigyelések a következő eredményeket adták. Mikor az Alpések északi lejtőin a Föhn fúj, akkor valahol

* Reye: Die Wirbelstürme.

a Földközi-tenger fölött a légnyomás igen nagy, ellenben Németországban, vagy Angliában a nyomás kicsiny. Mint-hogy a szél mindig nagy nyomású helyről kis nyomású hely felé indul, a Föln szükségképen déli szél. Ámde a tenger felől érkező nedves levegő az Alpesek déli lejtőin emelkedni kénytelen; a miért is lehül s a magával hozott pára legnagyobb része lecsapódik. Az Alpesek déli lejtőin tehát borult az ég, és szakad a zápor, a magasabb helyeken pedig erősen havazik. A hegláncz gerinczén áthaladva, a szél kénytelen az északra nyuló völgyekbe leszállni, és mivel a tulsó oldalon nedvességének legnagyobb részét eső és hó alakjában lerakta, a leszálló légáram meleg és száraz, s az idáig elragadott felhőfoszlányok eltűnnek s az égbolt kiderül.

Más heglánczok hasonló tüneteket szülnék. Így midőn *Blanford* Ceylon legmagasabb hegyének nyugoti lejtőjén *Nesvara-Éliyában* (1860 m. a tenger felett) tartózkodott, az egész idő alatt szakadatlanul omlott az eső a feje fölött csekély magasságban álló felhőből, holott a keleti lejtőn, a gerincztől egy-két kilométernyire, kéken mosolygott az ég. Ezt a csodálatos tümenényt az akkor uralkodó délnyugoti monszún okozta. Hasonlót tapasztaltam egyszer én is a Királyhegy tetején, a hova kevéssel napfelkelte után értem fel. A Garam völgyén át erős nyugoti szél fúj, mely a Királyhegy nyugoti lejtőjén emelkedni volt kénytelen. Ennek következtében álláspontomtól egy-két kilométernyire a lecsapódó pára felhővé tömörödött, mely a szél szárnyán gyorsan emelkedett a gerincz fölé, hol csakhamar nyomtalanul eltűnt. Az eddig felhozott példákból tehát ezt a következtetést vonhatjuk le: *emelkedő légáramlatok felhőket és esőt hoznak, a leszállókat pedig derült idő kíséri*, bármi legyen is az áramlások oka. E törvény alól alig van kivétel.

Most már hozzáfoghatunk a nagy esőzések magyarázatához.

A légkörünkben végbemenő mozgások és változások végoka a Nap. Ha Napunkat valamely gonosz végzet melegtől megfosztaná, alig néhány nappal reá a most oly könnyen mozgó légkör száraz, lomha réteggként mozdulatlanul borítaná Földünket, a melyen minden élet megszűnnék az e miatt beálló dermesztő hidegtől. A szeleknek végoka a Nap hősugárzása, a mely egyes helyeken a levegőt erősebben melegítvén, mint másutt, a meleg levegőt emelkedni kényszeríti s ekként légáramlatot indít. Hogy Földünk felszínének egy bizonyos területe pl. óránként mennyi meleget kap a Naptól, ez a tapasztalás szerint a sugarak irányától függ. Tudniillik mennél magasabbra emelkedik az égboltozaton a Nap, tehát mennél inkább közeledik a sugarak iránya a merőlegeshez, annál erősebben is hevít. Azért legforróbb a trópusok öve. A meleg levegő ott magasra emelkedik s onnan előmlik az északi és a déli félgömb felé. Ez az oka, hogy az egyenlítő táján aránylag alacsonyabb a légnyomás, mint az északi vagy déli félgömb vidékein, és hogy ennek következtében ezekről a hidegebb levegő az egyenlítő felé ömlik, még pedig alant, a Föld felszínén. Az alsó légáramlat a *passzát*, a felső az *antipasszát*. A passzát körülbelül a 30-ik fokig terjed északra és délre az egyenlítőtől. Az alacsony légnyomás öve s így a passzát határa is az évszakokkal tovább nyomul észak, illetőleg dél felé. Így a mi féltekénken nyáron körülbelül 5°-kal feljebb nyomul a passzát. Az említett földterületen évről évre szakadatlanul és változatlanul fújna az egyenlítő felé a passzát, ha Földünk felszíne akár csupa szárazföld, akár csupa tenger volna. Mivel ez nincs így, hanem szárazföld váltakozik tengerrel, a passzátok rendszere sem olyan egyszerű, hanem sokféleképen módosul. Nyáron ugyanis a szárazföld jobban felhevül mint a tenger, a minek az a következménye, hogy a tenger hidegebb levegője a szárazföld felé áramlik. Télen a dolog meg van fordítva.

Innen van, hogy az indiai és a kínai tengeren nyáron délnyugoti szél fúj, holott a hatalmas kontinens nélkül északkeleti lenne a szél iránya.

Említettük, hogy az egyenlítő föl északra és délre legfeljebb csak 40 foknyira terjed a passzát. Önkéntelen is azt kérdezik, miért nem ömlik az egyenlítő táján felemelkedő meleg levegő fent egészen a Föld két sarkáig, és miért nem áramlik innen a hideg levegő alant egészen az egyenlítőig? Azaz, miért nem fúj nálunk folytonosan északi szél lent, és déli szél fent a magasban? Az eddig mondottak szerint más irányú szél nálunk nem is létezhetnék. Ennek magyarázata Földünk gömbalakjából következik.

A Föld egyenlítője körülbelül 40,000 km. hosszú, sarkai azonban geometriai pontok. Az egyenlítőről a sarkok felé induló légáramlatoknak tehát lehetetlen a sarkokig eljutni, sőt egyáltalában nem is távozhatnak valami nagyon messzire, és tényleg a 30—40 szélességi foktól legnagyobb-részt visszatérnek! Mi köze ehhez a Föld alakjának? Mielőtt a magyarázathoz hozzáfognék, hadd fejezzem ki szabatosan azt, a mit megmagyaráznom kell. A tényállás ez: a Földön köröskörül a légnyomás közel az egyenlítőhöz kicsiny, a sarkok felé menve pedig egyre növekszik egész a 30—40-ik fokig, a hol legnagyobb értékét éri el; ezen túl ismét csökken mindkét sarkig. A nagy nyomású övtől a levegő egyrészt az egyenlítő, másrészt a sarkok felé ömlik. Ez a tényállás.

Mondottam, hogy Földünk gömb. Képzeljünk a Föld valamely pontján egy vízszintes vonalat. Ez annál jobban távozik a Föld színétől, mennél hosszabb. Ugyanaz történt az egyenlítő fölé magasra jutott s onnan a sarkok felé induló légtömegekkel, melyek vízszintesen indulván, irányukat a tehetetlenség törvénye szerint megtartják, s a Föld színétől mindinkább távoznak, más szóval emelkednek. Ámde ugyanaz a sors éri a sarkokról az egyen-

lítő felé haladó légtömegeket is. A két légáram bizonyos feltételek mellett körülbelül a 40-ik párkörön fönt a magasban találkozik, összetorlódik és ekként ott a magas légnyomást okozza. Az észak felé induló felső áram medre a mindinkább összehajló meridiánok miatt különben is mintegy szűkülve, már azért is összetorlódik, és a nálánál ritkább levegőbe kerülve, lefelé törekszik. A megtorlódott levegő tehát leszáll s nagyobb része a Föld színén mint északkeleti passzát visszaindul az egyenlítőhöz, a többi mint délnyugoti, vagy éppen mint nyugoti szél tovább folytatja útját az északi sark felé.

Itt egy új kérdés merül fel, az t. i., hogy a nagy nyomású övről az egyenlítő felé induló passzát miért északkeleti és nem tisztán északi szél és a sark felé indulónak miért van határozottan nyugoti iránya, holott délinek kellene lennie? Ennek így kellene lenni és valóban így is lenne, ha a Föld nem forogna. *Földünknek forgása* okozza a két légáramlás irányának változását. A dolog így áll: A Föld 24 óra alatt egyszer fordul meg tengelye körül, a miért is az egyenlítőnek bármely pontja óránként körülbelül 1667 km.-nyi utat tesz. A 60-ik párkör csak félakkora lévén, minden pontja óránként csak félannyi utat tesz. Ha most azt képzeljük, hogy az egyenlítő felett lévő levegőnek egy bizonyos tömege valami véletlen következtében hirtelen a 60-ik párkör felé helyeztetnék: az a tehetetlenség törvényénél fogva kelet felé irányuló sebességét ott is megtartván, az észlelő azt tapasztalhatná, hogy ez a légtömeg nyugotról kelet felé rohan óránkénti 834 km.-nyi sebességgel, a mi a legdühösebb orkán sebességét is jóval túlhaladná! Sőt ha azt a törvényt sem hagyjuk ki a számításból, melynek értelmében a középpont felé vonzott keringő tömeg egyenlő időközökben egyenlő területeket súrol, akkor az említett légtömeg óránként 2501 km.-nél nagyobb sebességgel rontana kelet felé. Szerencsénkre az nincs így, mert a

sarkok felé ömlő légtömegek aránylag lassan, egy-két nap alatt juthatnak csak hozzánk és ezen idő alatt óriási forgási sebességük legnagyobb részét elvesztik az alattok épen ellenkező irányban fúvó passzátokhoz való súrlódásuk miatt. Valamit azonban mégis megtartanak belőle, és azért irányuk nem déli, hanem délnyugoti, sőt olykor egészen nyugoti.

Megfordítva, az egyenlítő felé nyomuló passzát oly helyekre kerül, melyeknek forgási sebessége nagyobb mint az övé, és így az észlelő gyorsabban haladván kelet felé mint a szél, iránya északkeleti lesz. Így tehát Földünknek mind északi, mind déli féltekéjén a 40-ik szélességi fokon túl nyugoti, a 30-ik fokról pedig az egyenlítő felé az északi féltekén északkeleti, a délin pedig délkeleti szél fújna szakadatlanul és kivétel nélkül, ha felszíne egészen egyanyagú lenne.

A levegőnek forgás okozta központfutó ereje bizonyára közreműködik ama két nagynyomású öv keletkezésében is, mely mind a két féltekét a 30—40-ik fok táján körülövezi, valamint abban is, hogy azokon túl a nyomás ismét csökken a sarkok felé. Hogy a középpont körül forgó tömeg a pálya érintője irányában a középponttól távozni törekszik, erről számos tapasztalat tesz tanúságot. Ez az az erő, mely pl. a parittyá követ oly messzire röpíti. Mennél gyorsabban forog valamely test, annál nagyobb a röpítő ereje. Ez áll a Föld felületén veszteglő bármely testre is és a levegőre is; hogy el nem repülnek, annak Földünk vonzása az oka, mely amaszt ellensúlyozza. Midőn tehát a melegokozta tágulás következtében az egyenlítő fölé magasra emelt levegő a sarkok felé elömlik, nemcsak a Föld gömbalakja miatt távozik a Föld színétől, a mint azt fentebb mondtunk, hanem középfutó ereje következtében is, a miért azután körülbelül a 30—40 ik fok fölött a légtenger felduzzadván, ott nagynyomású öv keletkezik. Az ugyanazon helyekre a sarkok felől ömlő levegő pedig kisebb középfutó erejénél

fogva a Föld színe felé szorulván, szintén hozzájárul ahhoz, hogy az említett helyen a nyomás nagyobbodjék. Mivel a nagy nyomású övben a Föld színére leszálló déli, helyesebben délnyugoti szél középfutó erejének nagy részét még mindig megtartotta, azért megint emelkedni törekszik, a miből szükségképpen következik a nyomás csökkenése.

Látjuk tehát, hogy légkörünknek ezen, alapjában egyszerű, de a helyi körülmények hatása következtében ezerféleképpen módosított mozgása egyedül a Nap munkája. Most már csak egy kérdés vár megoldásra. Az t. i., hogy azok a nyugoti szelek hogyan okozzák az északi félteke mérsékelt övének viharait, melyeknek kísérője a nagy területeket öntöző, tartós eső.

A nagy nyomású övtől kezdve a levegő az északi sark, tehát egy pont felé törekszik és így megint előáll annak a szüksége, hogy ama légtömegek egy része visszaforduljon. De hogy ezt megtehesse, a szélnek előbb föl kell emelkednie a magasba s a légtengert föl kell duzzasztania. Azt a fentebb mondott okokból meg is teszi s eközben alaposan felforgatja a légkör állapotát, létrehozva azokat az óriási örvényeket, melyeknek ciklón, forgó vihar a nevek. A ciklón rendszerint óriási területeken tombol végig. Közepén kicsiny a légnyomás, — a miről depresszióznak is nevezik, — s a szélei felé egyre nagyobbodik. A ciklón széleiről közepe felé rohanó levegő itt felemelkedik, az örvénytől mintegy felszivatik és az emelkedés okozta hűlésből eredő megsűrűsödés következménye a bő eső. A ciklón lényegét ma már teljesen ismerjük; ismerjük szülőföldét, ismerjük pályáját, mely nagyjában összevág a Golf-árammal. Hanem, hogy mi a ciklón tulajdonképeni végoka, vagy hogy miért keletkezik a Föld egyik helyén inkább, mint egyebütt: ezekre a kérdésekre még nincsen biztos feleletünk.

Hozzánk rendszeren Észak-Amerikából látogat el az Atlanti-oczeánon át.

Előrenyomulásának iránya tehát nagyjából keleti, s mert gyakran meglehetősen sűrűn indul egyik a másik után, és halad majdnem ugyanazon az úton, azért tudják különösen Európa nyugoti országainak meteorológiai intézetei a következő napra szóló időjárásai bullettineket naponként közölni. Az időjóslatok nagy része beválik, de bizony gyakran megesik az is, hogy az időjárás nem tiszteli a hivatalos meteorológiai bullettineket. Ennek az az oka, hogy az Észak-Amerikából mi felénk induló ciklónok egynémelyike végelgyengülésben kimúlik, nyomtalanul eltűnik, mielőtt Európát megláthatna volna, mások meg a szokott útról észak felé, magasabban fekvő vidékekre kalandoznak el. Mindezekről ideje korán nem értesülhetünk, mert hiszen az Atlanti-óceánon nincsenek meteorológiai állomások.

A nagynyomású helyeken tehát a levegő a talaj felé ereszkedik és az ebből keletkező szelek a fent elmondottak szerint szárazak és szép időt hoznak. Ellenben az örvények, melyekben a levegő felfelé emelkedik, nedvesek, kiváltképpen azok, melyek az Atlanti óceánon átkeltek, a hol bő alkalmuk volt párával megrakodni.

Ebből azután megértjük azt is, miért oly száraz a keleti és kiváltképpen az észak-keleti szél. Ugyanis télen és

tavasszal is nagy a légnyomás Európa és Ázsia felett. A nagy nyomás emelkedő légáramlatoknak köszöni eredetét, melyeknek párája már az emelkedés közben megsűrűsödik és eső alakjában visszahúll a Földre. E helyekről a levegő megint leszáll és a szárazföld színén áramolva érkezik hozzánk, a miért is nincsen alkalmuk párával megrakodni. Ez a szél tehát szükségképpen száraz időt hoz. De miért hideg ez a szél? Igaz, hogy a leszálló levegőt az összenyomás melegíti, de ezt a meleget mind, vagy legalább nagyobb részét elveszti hősugárzás útján, miatt t. i. Európa és Ázsia északi részéről a felhőtelen és dermedt hideg területeken át hozzánk érkezik.

Ezzel fejtegetéseink végére értünk. Rövid foglalatuk ez: *az eső a nedves levegő lehüléséből ered; a levegő lehülése pedig mindig, vagy legalább is a legtöbb esetben a magasabb és így kisebb nyomású rétegekbe való felemelkedésnek az eredménye.* Ezt az igazságot, mely a munka és a belőle keletkező melegnek J. R. Mayer, Joule és másoktól megállapított szoros kapcsolatnak szükségképi következménye, az amerikai Espy már azelőtt körülbelül negyven évvel hangoztatta legelőször, de helyes voltát a meteorológusok csak napjainkban ismerték el

RATH ARNOLD L.

BUDAPEST ÉVI HŐFOKA.

A hőfok a legfontosabb éghajlati tényező. Hatását egyaránt érzi a növény, az állat és az ember; csökkenésével az élet ereje is hanyatlik; a zord évszakban elpusztul a növényzet legnagyobb része, s az emberi élet is leggyakrabban alszik ki akkor, a halandóság fokozódik a hideg napokban.*

* Belgiumban, Franciaországban és nálunk is az Alföldön, Künszentmártonban, a halandóság maximuma a téli hónapokra esik. Flammarion: »Das Reich der Luft«, 204. l.; e Közlöny XVIII. k. 162. l.

A hőviszonyok kiváló mértékben fölkeltek érdeklődésünket. Hidegebb vagy melegebb idő szokott-e járni ott, a hova utazunk, mint nálunk: e kérdés önkénytelenül is elhangzik ajkainkról, midőn lakóhelyünkről távozunk. A gyakorlati élet követelményének ép úgy, mint az elméleti fejtegetésnek teszünk tehát szolgálatot, midőn valamely helynek hőmérsékét kideríteni iparkodunk, annál fontosabbat, minél előkelőbb szerepet játszik ez egyéb helyek között. E szerint ér-



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.