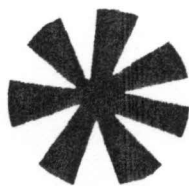


# AZ ÉLET és TUDOMÁNY KALENDÁRIUMA / 1986



# ITT A FAGY!

Amikor a víz megfagy, kiterjedése miatt környezetére mindig valamiféle mechanikai hatást fejt ki. Hogy milyen ez a hatás, az függ a talajtól, a benne lévő víztől és természetesen az időjárás változásától. Vajon milyen különbségeket észlelhetünk a talaj felszínére jutó, illetőleg a talajban lévő víz megfagyásának különféle módozatait vizsgálva, és milyen eltérő alakok jönnek létre emiatt?

Az egyik fagyásmód az, ha a vízzel telített talaj teljes egészében megfagy — ez a *tömbfagyás*. Ekkor a talajszemcséket jégkristályok fogják körül. Ezek a talajpórusokban lévő, csaknem teljes egészében szabad vízből alakulnak ki. Tömbfagyás csak durva szemcséjű, főleg homok- és kavics talajoknál fordul elő; finom szemcsézetű, kötött talajoknál csak akkor, ha igen gyors a lehülés. Tömbfagyáskor nem változik meg a talaj szerkezete, mivel a talaj egészében megfagy. Így olvadás után a talaj visszanyeri eredeti szilárdságát, állékonyságát. Amikor a talajszemcséket övező hártavízen kívül a pórusokban is nagy mennyiségű szabad víz van — ha a fagyási zóna kapcsolatban áll a szabad talajvízzel —, nem következik be térfogatváltozás. Ilyenkor a megfagyó víz térfogatnövekedése kiszorítja a még meg nem fagyott vizet, s az a talajvízbe távozik.

## JÉGTŰK

Telítetlen talajban ellenben — ahol a víz csak a szemcsék érintkezési pontjainak környékén, hártavíz formájában (úgynevezett szegletvízként) fordul elő, a víz egy másik formában: *jégtűk* alakjában fagy meg. Ez a térfogat valamelyes növekedésével jár, ilyenkor a takis mértékben megduzzad, észlelhető a jég mechanikai hatása.

Az ilyen jégtűs fagyás egyébként főleg akkor fordul elő, amikor beköszönt a tartós hideg, de a talaj még jelentős hőtartalékkal rendelkezik, tehát főleg tél elején. A földön apró jégtűk alakulnak ki, s azok kellően nedves altalaj esetén fokozatosan, lassan nőnek. Úgy látszik, mintha a földből nőttek volna ki. Valójában a néhány cm-es tűk az alattuk lévő, még meg nem fagyott talaj folyékony vízből kapják a növekedésükhez szükséges vízutánpótlást. Ily módon a növekvő jégkristályok környezetükből vizet szívnak el. A talajból való fokozatos kinövésük miatt oldalukon, csúcsukon földfoszlányok, talajszemcsék tapadnak meg.

Van azonban másfajta jégtűs fagyás is. Amikor a vízzel teljesen ki nem töltött talajpórusokban *telített vízgőz* van, az esetenként lecsapódhat, s megfagyhat. Az alsóbb talajtartományokból vízutánpótlást is kaphat. A jégtűk ilyenkor szublimációval alakulnak ki: a gőz halmazállapotból nem folyadék cseppekben csapódik ki a víz, hanem közvetlenül szilárd — jég — halmazállapotba kerül.

Nemcsak az alsóbb talajrészből áramolhat vízgőz a jégtűk képződési helye felé: lehet gőzáramlás az egyes jégkristályok között is! Ennek az az oka, hogy a jég is párolog, s így a zárt térben egyensúlyi helyzetben telített vízgőzű környezet alakul ki a jégkristályok körül. Ennek a telített vízgőznek a nyomása függ a jégkristály alakjától! Minél nagyobb görbületű részei (hegyes élei, csúcsai) vannak a jégtűnek, felszíni molekulái annál kisebb erővel kötődnek, így annál nagyobb telített gőzének a nyomása. Ezért a talaj zárt üregeiben kialakuló jégtűk a kisebb (ezért nagyobb görbület részű) tűk nagyobb gőznyomása túltelített lesz a nagyobb jégtűkre nézve, és azokon kondenzálódik. Lényegében tehát, az *apróbb jégkristályok átárolognak a nagyobbakra.*

## JÉGLENCSE

Harmadik és egyben a legfontosabb fagyásmód a *jéglencseképződés*. Azért ez a legfontosabb, mert ennek legnagyobb a mechanikai hatása. Ez kizárólag a finomszemcséjű talajban (anyag, iszap) talajban fordul elő. E fagyásmódnak az a jellegzetessége, hogy a környező talajból nagy mennyiségű vizet szív össze, s megfagyva az képez jéglencsét. Hogyan megy ez végbe?

Az ilyen talaj szemcséit burkoló *hártyavíznek* — az adszorpciós erők, valamint kémiai hatások következtében —  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál alacsonyabb a fagyáspontja, éspedig annál alacsonyabb, minél kisebbek a szemcsék. Ellenben a szemcsék közti pórusokban levő szabad víz fagyáspontja itt is normális:  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Így amikor a hőmérséklet  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  alá süllyed, a pórusvíz megfagy, s eközben a hártyavíz egy részét elvonja, mert az alacsonyabb fagyáspontja miatt még folyékony. Az elvonódó hártyavíz az alsóbb talajrégiókból, illetve a környező hártyavízből pótlódik, tehát egy *kapilláris vízmozgás* alakul ki. Így a megfagyó finomszemcsés földtömeg — nagy kapilláris hatása révén a hártyavíz jelentősen alacsonyabb fagyáspontja esetén — nagy vízmennyiséget képes környezetéből magába szívni.

Persze, ha a fagyzóna nem ér el a talajvízig, akkor a jéglencse csak a környező kevés talajnedvességet tudja felszívni, s ilyenkor *nem* keletkeznek *nagy* jéglencsék. Ellenben, ha kapilláris úton a *talajvízből* tud vizet felvenni a fagyzóna, akkor *nagy* jéglencsék képződnek. Az *első* esetben a *talaj térszintje nem emelkedik* meg, mert a vízvesztésé-

get szenvedő talajrészek zsugorodása kiegyenlíti a jéglenccékből származó duzzanatot. A második esetben azonban oly nagy a jégduzzanat, hogy az a felszínen is észlelhető. Gyors lehüléskor azonban nincs idő az említett kapillaris vízmozgásra a finomszemcsés talajban, így az ilyenkor egyszerre fagy meg — tömbfagyás következik be, amit már említettünk.

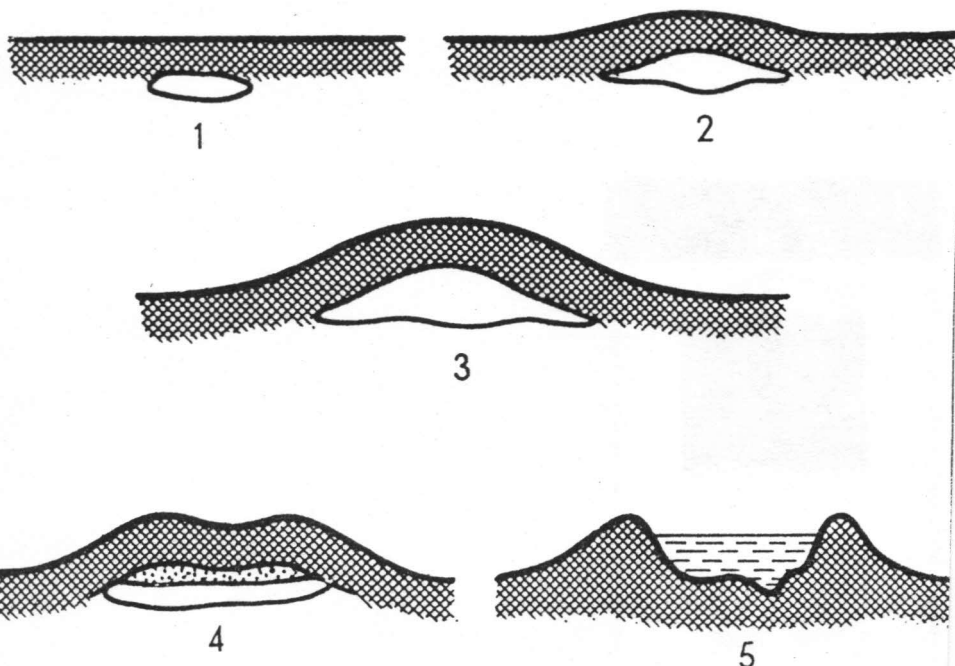
## PERIGLACIÁLIS JELENSÉGEK

A Föld jelenleg is eljegesedett területeit periglaciális, „jégkörnyéki” területek övezik, s ezeken igen érdekes, a jég mechanikai hatásával magyarázható jelenségek fordulnak elő. E periglaciális jelenségek nemcsak jégtakarók, jégárak, gleccserek közelében alakulnak ki, hanem jégmentes vidéken is ott, ahol az évi középhőmérséklet  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  körül van. Kialakulásuk feltétele a hőmérséklet *fagypontra* körüli ingadozása, tehát a gyakori olvadás-fagyás, a vizet felvevő, finomabb-durvább szemcsézettségű talaj és a terület sarkvidékek körüli, vagy magashegységi jellegű fekvése. A periglaciális jelenségeket és formákat voltaképpen az olvadás-fagyás irányítja, s legfeljebb néhány m-es mélységig terjednek.

Az egyik legjelentősebb, de legkevésbé feltűnő periglaciális jelenség a *fagyaprózódás*. Ez mindaddig független a víz, a jég hatásától, amíg a fagyrepedések ki nem alakulnak a kőzetekben. Addig kizárólag a kőzetek kitérési folyamatai (gyakori erős kitérés és összehúzás) keltette feszültség, valamint eltérő s a hőre különbözően reagáló anyagrészek okozzák az aprózódást. A repedések megjelenése után azonban szerephez jut a jég mechanikai hatása is a további aprózásban. (Ennek a mérsékeltövi területek mezőgazdaságában is nagy a jelentősége emiatt válik porhanyóssá, szellőssé, s ezért újul meg minden évben a talaj.)

Az aprózásnál látványosabb periglaciális jelenségek a kisebb-nagyobb *földpúpok*. Ezek a már említett jéglenccéképződés, illetve a tús fagyás eredményeként jönnek létre. A földduzzanatok belsejében jéglenccse van vagy jégtükkel kitöltött üreg. Szibériában akkora földpúpok alakulnak ki így, hogy össze lehet téveszteni őket a régi sírhalmokkal.

Ha nagyobb vízlencse fagy meg, akkor kupola formájú — 20—25 fokos lejtőszögű — kiemelkedés: hidrolakkolit keletkezik. Az ilyen — néha még 10 m-es magasságot is elérő — púpok jéglenccsemagját többnyire tözezes talajok övezik. Az eszkimók „*pingó*”-nak hívják ezt a vidékükön több ezer számra előforduló periglaciális formát. Ezek egyetlen hideg időszakban „*nőnek*” ki a talajból, s nyáron — ha a jégmag megolvad — teljesen behorpadnak, berogynak. Kráteryszerű képződ-



talaj



jéglencse



víz-jég-sár



víz

A jéglencséből így nő ki a „pingó” (1 – 3), amely a nyári olvadáskor behorpad (4) és helyén kis tó marad vissza (5).

mény marad utánuk, amelyben kis tó csillog. Több ilyen berogyott pingó összekapcsolódásával kisebb-nagyobb hosszúkás, lapos mélyedések is kialakulnak — ezeket alaszoknak nevezik. Az alaszok is összekapcsolódhatnak, s ekkor hosszabb-rövidebb völgyek keletkeznek (lásd az ábrát).

A víz térfogata — tudjuk — a fagyáskor mintegy 10 százalékkal növekszik. Mi az a tíz százalék — mondanánk —, ha nem ismertük volna meg a belőle eredő mechanikai hatásokat és az így létrejövő változatos formákat!

**Horváth Gábor**