

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS BIOLÓGIAI ÉS TÁRSADALMI HATÁSAIRÓL

Borhidi Attila

Mindenki számára érzékelhető, hogy az utóbbi években megszorodtak az időjárás szélsőségei, aszályok és árvizek, pusztító viharok és földcsuszamlások hírei érkeznek hozzánk – szinte naponta. Ezek mind a felgyorsult éghajlatváltozás kísérő jelenségei. Mert éghajlatunk gyorsuló mértékben melegszik – és pedig az ún. üvegházi gázoknak, elsősorban a szén-dioxidnak a légkörben való felszaporodása miatt. A föld növényvilága, hatalmas erdősegei sok százmillió év alatt óriási mennyiségű szén-dioxidot vontak ki a légkörből, és építettek be magukba, hasonlóképpen a tengeri állatok is hegységnyi mennyiségben halmoztak fel mészkövekben és csontozatukban szén-savas vegyületeket. Ezekből keletkezett a szén, a kőolaj és a földgáz. Amit 500 millió év élővilága kivont a levegőből, azt az utolsó 200 évben egyre gyorsuló sebességgel és növekvő mennyiségben juttatjuk vissza a légkörbe, és ez a szén-dioxid-gáz úgy működik, mint az üvegház fedele: a nap fény- és hősugárát beengedi, de a föld által kibocsátott meleg hullámokat visszatartja. Ettől légkörünk – és ezzel együtt éghajlatunk is – folyamatosan melegszik.

Ezt a folyamatot jelzik nemcsak az egyre sűrűbben jelentkező időjárási szélsőségek, hanem az éghajlat szerkezetének, periódusosságának változásai is. Hosszabb ideje tapasztalhatjuk, hogy négy évszakunkból kettő, a tavasz és az ősz alig néhány hétre zsugorodik, és az évet a hosszú nyár és hosszú tél uralja. A tél nagy hidegekkel tör be, és nagy fagyokkal távozik, miközben a tél közepe enyhe. Gyakoriak a fekete, hó nélküli karácsonyok, a karácsony és újév közti hagyományos disznóöléseket pedig már szinte minden évben ellehetetleníti egy rendszeresen beköszöntő felmelegedés. Ezzel szemben a nyár trópusi hőséggel köszönt be, és kánikulai szeptember érleli a szőlőt, miközben nyár derekán egyre kevésbé érdemes nyaralni a rendszeres lehűlések miatt. Természetesen a klímaváltozás nem lineáris folyamat, amelyben minden év egy kicsit melegebb meg szárazabb az előzőnél, hanem a változások jelentős ingadozásokkal mennek végbe, mert a föld olyan, mint egy nagy kibernetikus rendszer, amelynek visszacsatolós önszabályozó mechanizmusai – így a földi légkör is – a kiegyenlítés irányában mutatnak. Általában 2-3 aszályos évet 1 kompenzációs év követ, ekkor az előző évek csapadékhiánya egyetlen év alatt pótlódik. Ez a folyamat mintegy 20-25 éve tart, és kiterjed a föld legkülönbözőbb régióira.

A klímaváltozás tehát itt van a nyakunkon. A kérdés, hogy mire számítsunk. Milyen válaszok várhatók a körülöttünk élő természettől? Mi lesz erdőink, rétjeink, hegyeink élővilágával? És hogyan reagál a társadalom a megpróbáltatásokra?

Vannak-e hasznosítható ismereteink, tapasztalataink? Ismereteink az utolsó jégkorszak utáni felmelegedés időszakára vonatkoznak. A 10-12 000 éve megindult felmelegedés 5000 év alatt a mainál melegebb éghajlatot hozott létre a Kárpát-medencében, olyat, amilyen ma a Közép-Balkánon Szkopje, Mostar vidékén van, nagy összefüggő tölgyes és bükkös erdőkkel, sok örökzöld növényvel. Hazai növény- és állatvilágunk sok értékes tagja ma is ennek az időnek maradványa, hírmondója. Mindez azt jelenti, hogy 5000 év alatt a jégkorszak végi erdős tundrák élővilága átvándorolt a tőlünk 2500 km-re északra fekvő Skandináviába, és helyükbe egy teljesen más, melegigényes élővilág költözött. Számításaink szerint mintegy 5000 növényfaj és mintegy 50 000 állatfaj cserélt hazát. Egyenletes vándorlást feltételezve a növényvilág évente 0,5 km-t vándorolt észak felé. Vagyis néhány ezer év alatt óriási migrációs folyamat ment végbe. Ma is valami hasonlóra kellene számítanunk, azzal a különbséggel, hogy a mai klímaváltozás időléptéke mindössze néhány évtized.

Ahhoz, hogy a várható változásokat helyesen diagnosztizáljuk, abból kell kiindulnunk, hogy a bioszféra három nagy környezeti rendszer, a klíma, a talaj és az élővilág szoros együttműködésén és kölcsönhatásán épül fel. Az éghajlat és a növényvilág együttesen építi fel a talajt, a talaj és a klíma pedig együtt határozza meg az élővilágot. A természetes élővilág az éghajlattal egyensúlyban levő anyag- és energiaforgalmi rendszerekben, az ún. ökoszisztémákban, ezeken belül pedig a növényi és állati társadalmakban éli le az életét, a termelés és a forrásfelosztás gazdaságilag megalapozott szigorú természeti törvényei szerint. Ha ebben a rendszerben éghajlatunk valamelyik irányban elmozdul – melegebbé eseten északra, lehűlés esetén délre, nedvesebbé válás esetén nyugatra, szárazodás esetén keletre –, az a rendszer többi tagjának az elmozdulását is maga után vonja. A problémát az okozza, hogy a rendszer tagjainak érzékenysége és mozgékonyága különböző.

Az éghajlat változására leggyorsabban az állatvilág reagál, annak is leginkább mozgékony csoportjai, nevezetesen a madarak és a szárnyas ízeltlábúak. Számos ún. meteorológus állatfaj ismeretes különleges klímaérzékenységről. Vándormadaraink évről évre hosszabbodó itt-tartózkodásából is tudhatjuk, hogy nem csak a nappalok hosszúsága befolyásolja utazásukat. Éghajlatunk szárazodását jelzik a kertjeinket és házainkat elárasztó hangyapopulációk. Folyóinkban melegebb tájak halfajai jelennek meg iverék idején. Mivel az állatok tápnövényei helyhez kötöttek, a migráló állatok elszakadnak tőlük, és új környezetükben új tápnövényekre kényszerülnek rászokni. A vándorló állatfajok egy része tehát új típusú kártevőként jelenik meg, és ezek fogadására mező- és erdőgazdasági növényvédelmünknek fel kell készülnie. Az erdőinket pusztító amerikai szövőlepké-inváziók, a sorfáinkat károsító aknázómolyok már erre a folyamatra utalnak. Ezeknek a változásoknak az előrejelzésére tulajdonképpen felkészültünk. Az országos fénycsapdahálózat csaknem fél évszázada kíséri nyomon és jelzi előre a rovarpopulációk szaporodásdinamikáját.

A vándorló állatok azonban nemcsak mint táplálékot kereső csoportok jelennek meg, hanem a különböző növényi, állati, sőt emberi betegségek kórokozójaként, vektoraiként is. Ez a tény élesen felveti annak felelősségét, hogy oda kell figyelni a klímaváltozás néhány várható egészségügyi vonatkozására is. A WHO már az 1980-as évek végén közzétett egy tanulmányt, amely azzal foglalkozott, hogy feltérképezze a 12 legveszélyesebb meleg égővi járványos betegség, az ún. „halálos 12” (madárinfluenza, ebola, kolera, trópusi agyhártyagyulladás, malária, parti vakság, nílusi influenza, bilharzia, sárgaláz stb.) várható terjedését. A WHO kimutatása szerint például a maláriás megbetegedések száma a földön évi 400 millió. Ez várhatóan jelentősen emelkedik majd. Sőt már évek óta tapasztaljuk új, kininrezisztens törzsek által terjesztett, halálos kimenetelű változatok megjelenését is. A tanulmány a vizsgált 12 legerjedtebb epidémia közül 8-nak az elterjedését valószínűsíti. A prognózis helyességét igazolták a közben eltelt évek: a trópusi agyhártyagyulladás már megjelent a Földközi-tenger medencéjében, a malária elérte Dél-Olaszországot, a parti vakság pedig Horvátországot.

A vándorlásra ítélt élőlények másik csoportját alkotó növények meghatározott szerkezetű és faji összetételű közösségeket alkotnak, amelyeket akár társadalmaknak is tekinthetünk. Ezek a közösségek nem együtt vándorolnak majd, ahogyan a népek vándoroltak asszonyostulgyerekestül a népvándorlás korában új hazát keresve. A növényi társadalmak felbomlanak, és újak keletkeznek. Azok a fajok lesznek sikeresek, amelyeknek sok és messzire terjedő szaporítóképletei vannak. Korunk legsikeresebb növénycsaládjai nem véletlenül a fészkesek, a hüvelyesek és a pázsitfűvek. A növények csak generációváltással képesek vándorolni, de képességeiket kár lenne alábecsülni. A széllel terjedő ejtőernyős deszantok hatósugara vetekszik a vándormadarakéval, és ingyenenergiával működik. Ebben a nagy hurcolkodásban látszólag stabil közösségeknek tűnnek az erdők, 50-100 vagy akár 200-300 éves életkorukkal. Ez a stabilitás azonban csak látszólagos, mert az éghajlat változása következtében számos erdőalkotó faj ellenálló képessége csökken, egészsége sebezhetővé válik. Ezt mutatják a Sopron környéki

lucosokat és a dél-zalai bükkösöket pusztító szuvasodások. Már a nyolcvanas évek nagy tölgypusztulása is részben a klímaváltozás számlájára írható. Mindez jelentős anyagi kárral fenyegeti erdőgazdaságunkat. Van azonban a növényi társadalmak felbomlásának két további súlyos következménye. Az egyik, hogy a dezorganizáció következtében a talaj nyújtotta tápanyagkínálaton gyomnövények szaporodnak el, értéktelenné téve a korábban hasznos területeket. A gyomnövények elszaporodása pedig csökkenti az élővilág faji változatosságát, a biodiverzitást, amely a természetes élővilág, sőt az egész föld legnagyobb értéke, ez ugyanis bolygónk és az egész világegyetem egyetlen ismert genetikai tartaléka. A gyomosodásnak még ennél is súlyosabb következménye az idegen özöngyomok agresszív fellépése.

A klímaváltozásnak legkínosabb meglepetése a növényi inváziók megjelenése volt. Arra számítottunk ugyanis, hogy a felmelegedés során a tőlünk délebbre fekvő tájak növényei fognak elsősorban bevándorolni, ahogyan azt korábban a szerbtövis esetében is láttuk, sőt terjedését évről évre nyomon követtük, térképeztük. Mialatt azonban határainkra vigyáztunk, szeretve kedvelt vendégeink és megbecsült vendégmunkásaink önálló vállalkozásba kezdtek, és hazai növényeinket rohamosan kezdték kiszorítani a forrásokért folyó versenyből. Sok gonddal ápolt és büszkén nevelt kerti dísnövényeink közül számosan kiszabadultak a szabad természetbe, és nagy szaporaságukkal egyre nagyobb területeket hódítottak el a természetes növénytakaróból. A budai Sas-hegy déli lejtőinek védett sziklagyepjeit teljes megsemmisítéssel fenyegeti a kertekből kiszabadult orgonabozót. És itt vannak az amerikai aranyvesszőink, őszirózsáink, kúpvirágaink, a nebánsvirágok, a napraforgók, az óriás keserűfüvek, amelyek már évtizedek óta ellenségei ártéri liget- és láperdeink felújulásának. Mezőgazdaságunk évről évre új, idegen gyomnövényekkel „gazdagodik”. Összehasonlító elemzéseink szerint az 1930-as évek végén hazai növényvilágunk 4%-a volt idegen származású növényfaj. Ma több mint 12%. Özöngyomként szabadultak ránk egykori „vendégmunkásaink” is, amelyeket valamilyen gazdasági haszon reményében hívtunk meg és telepítettünk le, mint az alkörmös, a selyemkóró, a csicsóka, sőt fák és cserjék is, mint a kései meggy, a gyalogakác, a bálványfa, a zöld juhar. Az új telepések sikere egyrészt abban rejlik, hogy a forrásokért folyó versenyben olyan eszközöket alkalmaznak (pl. fenoltartalmú vagy más csírázásgátló anyagok kibocsátását), amelyekkel szemben a hazai növényvilág tagjai védtelenek. De legalább átmenetileg védettséget ad számukra, hogy kilógnak a táplálékláncokból, vagyis nincsenek kialakult fogyasztóik, kártevőik. Ugyanezek a tulajdonságok teszik sikeressé legterheesebb gyomnövényünket, az allergiát népbetegséggé fokozó parlagfűvet, az amerikai tengerpartok homokkötő dűnenövényét, amely ötven éve még ritkaságszámba menő különlegesség volt.

És akkor még nem szóltunk az ökoszisztémák legkevésbé mozgékony tagjáról, a talajokról. Az ökoszisztéma legkonzervatívabb tagja nyilvánvalóan a talaj, amelynek a leghosszabb a memóriája, és legtovább őrzi a változás előtti állapot emlékeit. A talajok átalakulása lassú folyamat, ezért elkerülhetetlen, hogy ne keletkezzen ökológiai feszültség abból, hogy egy régi talajtípuson új növényzeti típus fejlődik ki. Várható, hogy az éghajlat felmelegedése következtében az északi félgömb óriási fenyvesei elkezdenek pusztulni, és a helyükre lombos fák települnek. A fenyők a tápanyagban szegény, savanyú podzoltalajokon hatalmas fahozamot produkálnak. Ugyanezen a talajon a lombos fák csak fele- vagy harmadannyi produkcióra képesek. Ezzel egy időben az északi fenyvesek átkényszerülnek a sekély és köves tundratalajokra, amelyen növekedésük lelassul, fájuk minősége rosszabb lesz. Mindezek a folyamatok beláthatatlan gazdasági károkkal, a nemzeti bevételek drámai csökkenésével járhatnak majd, legalább egy 50-60 éves átmeneti időszakban, és ez hosszan tartó gazdasági válságokat idézhet elő számos területen.

A klimatológusok többféle lehetséges forgatókönyvet, scenáriót is kidolgoztak. Legvalószínűbbnek egy kelet-balkáni forgatókönyvet tartanak, amely szerint Magyarország éghajlata 20-30 év múlva a kelet-bulgáriai Marica-völgy mai éghajlatához lesz hasonló. Ez a terület 3-4 °C-kal melegebb és mintegy 100-150 mm évi csapadékkal szárazabb a mienknél. Ez

a terület mégis Bulgária éléskamrája, sőt Európa egyik primórbázisa is. Ezen a vidéken 40 km hosszan állnak az üvegházak, ahonnan a bolgár gazdaság fél Európát ellátja primőr zöldséggel és gyümölcscsel. A völgy ugyanis két magas hegység között húzódik: északról a Balkán-hegység, délről a Rodope határolja, ahonnan a terület bőséges vízellátást kap, amelyet maximális mértékben öntözésre használnak. Ha ehhez hasonlítjuk Magyarországot helyzetét, minket is magas hegységek vesznek körül, amelyek vizei itt folynak össze. A bulgáriai modell nálunk is megvalósítható. Mindössze két dolog kell hozzá: 1. a szomszédos országokkal meg kell kötni azt a vízügyi egyezményt, amely kötelezi őket – és persze minket is – arra, hogy tisztított víz távozzon az ország területéről, vagyis ne szennyvizek folyjanak össze a Kárpát-medencében; 2. a jelenlegi 5-ről 30-40%-ra kell emelni az öntözött mezőgazdasági területek arányát, és ehhez ki kell alakítani azt a vízgazdálkodási rendszert, amely a tározást és az öntözést egyaránt lehetővé teszi. A Duna–Tisza közét az elsivatagosodás veszélyezteti, holott Európa 1. és 7. legnagyobb folyója határolja. Ez a terület megfelelő öntözéssel ugyanolyan zöldség- és gyümölcstermesztő primórbázissá fejleszthető, mint a Marica-völgy, ráadásul sokkal közelebb fekszik az európai piacokhoz.

Nem hagyható figyelmen kívül, hogy a klímaváltozás erősen kihat az emberi társadalmak mozgására, a történelem folyására, vagyis az aktuális és a jövőbeli politika számos eseményére is. Már a bibliai idők óta a klíma jelentős mértékű szárazodásának kellett végbemennie a Földközi-tenger keleti medencéjében. Elképzelhetetlen, hogy a mai Sínai-félszigeten egy népes legeltető pásztornép 40 évig képes legyen fennmaradni. A biblia ószövetségi könyveiben 22 helyen szerepel az *erdő* szó, az újszövetségiekben egyszer sem. A közben eltelt 300 év alatt az erdők nagymértékű visszaszorulásának kellett bekövetkeznie. A középkor népvándorlási hullámain közismerten a közép-ázsiai puszták elsivatagosodása váltotta ki. A küszöbön álló klímaváltozás is nagy vándorlásokat indít el. A Skandináviából a Földközi-tenger felé irányuló mai észak–déli irányú vándorlás megfordul, és a Balti-tenger lesz az új Riviéra. Különösen a mediterráneum keleti medencéje lesz száraz és forró.

Külföldiek magyarországi ingatlanvásárlását már a tengerszint várható emelkedésétől való félelem is motiválhatja. Az új népvándorlások természete alapvetően más lesz, mint a középkoriaké volt, amikor egész népek vándoroltak. Az új migrációk rétegjellegűek lesznek. Ez a folyamat már megindult, hiszen a tehetősebb emberek már igyekeznek tengerparti nyaralókra, rezidenciákra szert tenni, vagyonukat külföldi bankokban elhelyezni. A kozmopolita-globalizációs életfilozófia ezt a folyamatot igyekszik előkészíteni.

De az éhező tömegek sem fognak beletörődni a sorsukba. A bonni ENSZ Egyetem Környezeti és Emberi Biztonsági Kutatóintézetének felmérése szerint az évszázad közepére 200 millióan válhatnak földönfutóvá a környezeti katasztrófák következtében. Jelenleg mintegy 25-27 millió ökológiai menekült van a világon. A szárazság, a sivatagosodás, az árvizek és a tengerszint-emelkedés miatt 2050-re már 200 millióra lesz becsülhető az ökológiai menekültek száma, ez kétharmada az Egyesült Államok lakosságának. Szemben a jelenleg is áramló vendégmunkásokkal, akik többnyire fiatal, munkabíró férfiak, az ökológiai migránsok főként a fejlődő országokban élő szegények, nők, gyerekek és idősek lesznek, kiszolgáltatottságuk a szervezett szerv- és emberkereskedelem „felvirágzását” eredményezheti.

Ezért a klímaváltozás problémájával a társadalom egészének kell szembe néznie. A feladatok sikeres megoldására csak jól szervezett, felkészült társadalmak lesznek képesek, amelyekben az államapparátus jól megszervezve a közös érdekében tevékenykedik.