

**Dede Lilla**

### **Klíímaváltozás hatásai fenológiai folyamatokra**

A klímaváltozás hatással van a különféle fenológiai folyamatok időpontjára is. Modellek és adatok elemzésének segítségével be is mutatható, hogy a klíma változik és vele együtt a növények fejlődése is. A melegedő hőmérséklet hatására az évről évre megjelenő fenofázisok előbbre tolódhatnak, viszont nem csak a hőmérséklet lehet hatással a fázis megjelenésének időpontjára, hanem más meteorológiai tényezők is.

Célom az volt, hogy a stratégiai modellezés során bemutassam a klímaváltozás elméleti következményeit, a geofiton adatbázis alapján szeretném megmutatni, hogy milyen meteorológiai tényezők vannak hatással a vizsgált növények fenofázisának időpontjára, valamint a regressziós modellekkel pedig azt akartam megvizsgálni, hogy milyen módon jellemezhető a meteorológiai tényezők és a fenofázisok bekövetkezése közötti kapcsolat.

Első esetben egy növekedési modell segítségével és egy 140 éves adatsorral végeztem vizsgálatokat. A stratégiai modell egy elméleti ökoszisztémát tartalmazott, amelyben 33 faj volt található. Ezek közül a fajok közül 2 szupergeneralista (0 és 1), 5 generalista (G1-G5), 9 közepes generalista (K1-K9) és 17 (S1-S17) specialista. . Nevük egy nagybetűből áll (kivéve a szupergeneralistákat, amiket csak egy szám jelöl), ami azt mutatja meg, hogy melyik fajtacsoportba tartozik, és egy számból, ami minél nagyobb annál magasabb hőmérsékleti tartományban van a növekedési optimuma. Az adatsor 1961-től 2100-ig tartalmazott historikus és jövődönt napi hőmérsékleti adatokat °C-ban, melyben átlagosan körülbelül 9 °C-kal nő a hőmérséklet 140 év leforgása alatt.

Az ELTE Botanikus Kertjének Geofiton Fenológiai Adatbázisát felhasználva végeztem adatelemzéseket. Az adatbázis tartalmazta a növények első bimbójának megjelenésének időpontját, valamint a virágzás elejét és a virág elszáradásának az idejét. Azt vizsgáltam meg, hogy mely meteorológiai tényezők vannak hatással ezeknek a fenofázisok megjelenésének idejére. Ebből a célból egy 24 elemű meteorológiai paraméter vektort készítettünk az adott növény aktuális évi, vizsgált fenológiai állapotváltozását megadó, a megelőző év augusztus 28-tól (szökőévben augusztus 27-től) az aktuális fenológiai változásig terjedő időszakáról. A meteorológiai paraméterek a következők voltak: napi globális sugárzások átlaga (met1), napi átlaghőmérsékletek átlaga (met2), napi maximális hőmérsékletek átlaga (met3), napi minimális hőmérsékletek átlaga (met4), csapadék összeg (met5), napfényes órák összege (met6), napfényes órák napi átlaga (met7), csapadékos napok száma (met8), valódi csapadékos napok száma (csapadéknym nem számít bele) (met9), 10 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met10), 9 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met11), 8 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met12), 7 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met13), 6 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met14), 5 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met15), 4 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met16), 3 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege

(met17), 2 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met18), 1 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met19), 0 °C foknál magasabb átlaghőmérsékletek összege (met20), ingadozások (maximum-minimum) átlaga (met21), a csapadék relatív szórása a csapadékos napokra (met22), a fagyos napok száma (met23), a nem negatív napi átlaghőmérsékletek összege az utolsó fagyos nap utáni naptól a fenofázis megjelenésének napjáig (met24).

A modell ökoszisztémájában a szupergeneralisták (0,1) és a generalisták (G1-G5) kedvezően fogják megélni a hőmérséklet emelkedését 140 év során. Sokuknál nincs változás, míg másoknál átlagosan csökken a napok száma. Ez a 0 esetben kb. 3 nap, a G2 estében kb. 5 nap 140 év alatt. A közepes (K1-K9) fajok közül a meleg kedvelők (mint a K7) és a hideg kedvelők (mint a K2) most viszonylag jól érzik magukat nálunk, de ez a későbbiekben ez feltehetőleg változni fog. A K2-nél sok lesz a 300 nap fölötti érték. A K7-nél nem fog változni 140 év során átlagosan a napok száma, de lesz olyan év, amikor sokkal hamarabb fog megjelenni a fenofázis, de lesz olyan is, amikor sokkal később, mint mostanság. Közepesek közül a K4-es faj reagál kedvezően, ami közepes hőtűrűsű. A specialisták (S1-S17) közül se a meleg se a hideg kedvelők nem reagálnak pozitívan. Az S1-es faj ráadásul már sokszor nem is lesz képes a kiválasztott fenofázist elérni. Ez a sors vár majd az S3-ra is. Az S14-nél ugyanaz az eset áll fenn, mint a K7 esetében. Az S8 kedvezően reagál, kb. 50 nappal korábban mutatja meg a fenofázisát 140 év elteltével. az évek közötti eltérés megnő, vagy épp fordítva, kezdetben nagyobb az eltérés 2 év között és később csökken le az évek közötti eltérés a fenofázis eléréséhez szükséges napok számát illetően. Egy fajcsoporton belül a közepes hőtűrűsű fajok esetében kedvező a modellben vizsgált mértékű felmelegedés. A melegkedvelők, amelyeknél inkább elvárható lett volna a kedvező reakció, a napok száma az évek során egyre szélesebb intervallumban fog mozogni. G4-es faj esetében azt tapasztaltam, hogy azokban az években fejezi be a fejlődést és kezdi el a nyugalmi időszakát a legkésőbbben, mikor a számára a legkedvezőtlenebbek voltak a körülmények. Tehát akkor, mikor nem tudott az év során megfelelően fejlődni.

A geophyton növények fenofázisaira leginkább a napi hőmérséklet ingadozások átlaga (met21) (napi maximum és minimum hőmérséklet közötti különbség) van hatással. A fagyos napok száma szintén egy igen fontos tényező. A napi hőmérséklet ingadozások átlaga és a fagyos napok száma (met23), együtt kombinálva pedig egy még erősebb kapcsolatot ad a fenofázisok időpontjával. A globális sugárzás (met1) önmagában nem lényeges tényező, de más jelentősebb meteorológiai paraméterrel kombinálva felerősítheti azt, egy erősebb korrelációt kapunk. A kora tavaszi fajok esetében, mint a *Chionodoxa* vagy a *Crocus* igen nagy hatással van a minimum hőmérséklet (met4). A csapadék mennyiségének csak néhány faj esetében, mint a tulipánok, volt jelentősége, és annak is csak a virágzás kezdetében és végében. Másik fontos tényező a napfényes órák összege (met6), de ennek is leginkább az ingadozással vagy a fagyos napok számával kombinálva van jelentősége. Rendkívül érdekes annak vizsgálata is, hogy melyek azok a meteorológiai paraméterek, amelyek szinte soha (vagyis a legritkábban) vannak hatással a geophyton növényeink fenofázisára. Ezek a csapadékos napok száma (csapadéknymokat is beleértve) (met9), a csapadékösszeg (met5) és a csapadék relatív szórása a csapadékos napokon (met22). . Viszont nem tűnik hatásosnak a napfényes órák átlaga (met7) és a 10°C feletti hőmérsékletek átlaga (met10) sem, ami meglepőnek tűnhet, hiszen a napfény és a meleg általában fontos tényezőnek tűnik a fenológiai jelenségek vizsgálatában.