



Szakértő munkatársunk írása  
Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

# A KLÍMAVÁLTOZÁS ÁLLAT- TENYÉSZTÉSI VONATKOZÁSAI V.

## MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATÁNAK LEHETSÉGES JÖVŐBELI ALAKULÁSA ÉS ANNAK MEZŐGAZDASÁGI HATÁSAI

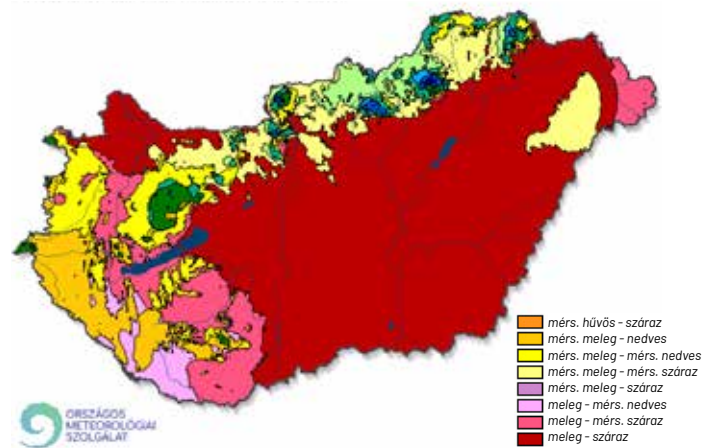
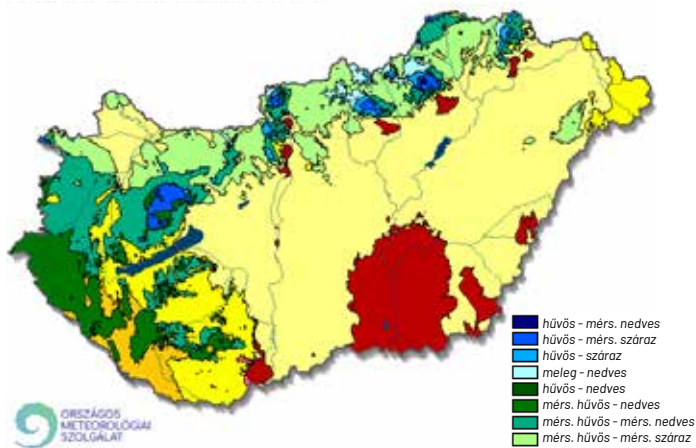
Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) csaknem két évtizede folytat modellalapú klímakutatást annak feltérképezése céljából, hogy miként alakulhat hazánk időjárása a XXI. század végéig. Jelen részben először e vizsgálatok néhány eredményébe nyújtunk betekintést, majd az éghajlatváltozás okozta mezőgazdasági kihívásokkal foglalkozunk.



### Hogyan változhat Magyarország időjárása a XXI. században?

Az OMSZ adatai szerint hazánkban  $1,3^{\circ}\text{C}$ -kal nőtt az évi átlaghőmérséklet 1901 óta. Főleg a nyarak és a tavaszok lettek melegebbek (több mint  $1^{\circ}\text{C}$ -kal), de a teleink hőmérsékletének emelkedése is számottevő (közel  $1^{\circ}\text{C}$ ). Továbbá gyakoribbá váltak a meleg hőmérsékleti szélsőségek. Az éves csapadékmennyiség a múlt század eleje óta 4%-kal csökkent; a korábbiaknál szárazabbak a március és az április hónapok, a legutóbbi nyarat pedig extrém csapadékszegénység jellemezte. Átlagosan kevesebb napon hullik csapadék, így hosszabbak lettek a száraz időszakok, és nőtt az aszályhajlam. Ma az ország területének több mint 60%-a a meleg-száraz éghajlati kategóriába esik.





Megjegyzés: Péczely György csapadék- és hőmérsékletadatokon alapuló osztályozása alapján.

Az OMSZ munkatársai körében 2003-ban merült fel először a klímaváltozás vizsgálatának gondolata. A modellezési alapok megteremtése után, 2006-tól kapcsolódtak be az európai kutatási hálózat tevékenységébe. Ennek keretében többek között a 25 km-es felbontású „REMO” és a 10, illetve 50 km-es felbontású „ALADIN-Climate” klímamodellekkel végeznek kísérleteket annak feltérképezésére, hogy miként alakulhat Magyarország éghajlata a XXI. században. Szimulációikban nemcsak a természetes folyamatokat, de az emberi tevékenység hatásait is figyelembe veszik. Az általuk feltételezett éghajlati scenáriók ugyanakkor kiküszöbölhetetlen bizonytalanságokat rejtnek magukban, mivel: 1. maga az éghajlati rendszer is változékony; 2. az egyes klímamodellek nem azonos közelítő módszereket használnak a fizikai folyamatok leírására, ami eltérő eredményekhez vezethet (legnagyobb a bizonytalanság a felhő- és a csapadékképződési folyamatok vonatkozásában); 3. a klímaváltozás alakulását jelentős mértékben meghatározó társadalmi-gazdasági folyamatok kiszámíthatatlanok (ezt többféle [optimista, pesszimista és átlagos] forgatókönyv kidolgozásával igyekeznek tompítani). A kutatók a különböző modellek szimulációs eredményeit együttesen vizsgálják, melynek révén a jövőbeli változások irányáról és mértékéről valószínűségi információkat nyernek. A 2021-2050-es, valamint a 2071-2100-as évekre egyaránt készítettek projekciókat; legújabb eredményeiket az 1971 és 2000 közötti bázisidőszak átlagához viszonyított eltérések képezik.

A hőmérséklet alakulásának tekintetében az OMSZ összes regionális modellkísérlete hasonló eredményeket mutat. Ezek alapján **hazánkban minden évszakban folytatódni fog az átlaghőmérséklet emelkedése a XXI. században, különösen a 2071-**

**2100-as időszakban lesz nagymértékű, átlagosan 3,5%-os a melegedés.** Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a jövőben nem fordulnak majd elő az 1971-2000-es évek hőmérsékleti átlagainál hűvösebb évek és évszakok. Legnagyobb mértékű változás a nyarakra vetíthető előre: 2021 és 2050 között 1,4-2,6 °C-os, a 2071-2100-as években pedig országosan 4 °C-ot is meghaladó hőmérséklet-emelkedés várható az 1971-2000-es évek átlagához képest. A területi eloszlást tekintve **az ország keleti és déli területein nagyobb**, míg az északnyugati tájakon valamivel kisebb mértékű **melegedéssel kell számolnunk**. A hőmérsékleti szélsőségek is a melegedés irányába mozdulnak el. A modellek a hőségnapok és a hóhullámok gyakoriságának szignifikáns emelkedését prognosztizálják: az előbbieket száma 2071-2100-ig legalább 20, de egyes területeken akár 50 nappal is gyarapodhat az 1971-2000-es bázisidőszakhoz képest, az utóbbiak változásának várható mértéke pedig az évszázad közepére +100-200%, 2100-ra +300-400% lesz. (Hőségnapok alatt azon napokat értjük, amikor a napi  $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$  [T a hőmérsékletet jelöli]. A hóhullámoknak három fajtája van. I. fokú:  $T_{\text{átlag}} \geq 25 \text{ °C}$  1 napig; II. fokú:  $T_{\text{átlag}} \geq 25 \text{ °C}$  3 napig vagy  $T_{\text{átlag}} \geq 27 \text{ °C}$  1 napig; III. fokú:  $T_{\text{átlag}} \geq 27 \text{ °C}$  3 napig.) A fagyos napok ( $T_{min} < 0 \text{ °C}$ ) számának előfordulása ezzel szemben az évszázad végéig jelentősen csökkenni fog.



Valószínűsíthető hőmérséklet-változás Magyarországon az OMSZ három regionális modellkísérletének eredményei alapján (bázisidőszak: 1971-2000)



Megjegyzés: A sötétkék vonal az optimista, a világoskék a pesszimista, a narancssárga az átlagos forgatókönyvű modellkísérletet jelöli.

Forrás: OMSZ.

A csapadékviszonyok alakulására vonatkozó modell-eredmények (a nyári évszak kivételével) kevésbé mutatnak egyöntetű képet, ugyanis nemcsak a változás mértékében térnek el egymástól, de olykor annak előjelében is, és csak néhány esetben bizonyulnak statisztikailag szignifikánsnak. Az eltéréseknek a már említett, bizonytalanságot kiváltó tényezők mellett további két oka lehet: egyrészt Magyarország három éghajlati zóna határán fekszik, másrészt a változás időben nem feltétlenül lineáris. Mindezek ellenére a kutatók mégis valószínűsítik, hogy az éves csapadékösszegben nem számíthatunk nagyobb mértékű változásra, a csapadék évszakos eloszlása azonban átalakul. **Az átlagos nyári és tavaszi csapadékösszeg várhatóan kisebb lesz** (a nyarak tekintetében két modellkísérlet is szig-

nifikáns változást jelez a XXI. század végére), míg ősszel több csapadék hullik majd. A 2021 és 2050 közötti időszakra a modellek a téli csapadék csökkenését, a 2071-2100-as évekre pedig a növekedését valószínűsítik.

**A csapadékos napok száma kevesebb lesz, ugyanakkor a nagy csapadékkal (> 20 mm) járó időjárási események gyakorisága (főleg az ország nyugati részén) némileg nőni fog.** A szélsőségek elsősorban Magyarország középső, déli és keleti területeit érinthetik majd kedvezőtlenül.

Klimatikus viszonyaink változása rugalmas alkalmazkodást tesz szükségessé, amelynek támogatására jött létre 2016-ban a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer, az ún. NATÉR (<https://nater.mbfisz.gov.hu>). Ez éghajlati adatokon (múltbeli méréseken, illetve jövőre vonatkozó becsléseken) alapuló hatásvizsgálatok révén nyújt segítséget az éghajlatváltozás következményeinek és a hazai területek sérülékenységének meghatározásához, valamint az ezzel kapcsolatos tervezéshez, döntés-előkészítéshez és döntéshozatalhoz. A hatásvizsgálatok végrehajtását és **az eredményes alkalmazkodást könnyíti meg a KlimAdat interaktív térinformatikai adatbázis is, amelyet az OMSZ 2022-ben tett nyílt hozzáférésűvé** (<https://klimadat.met.hu>).

A KlimAdat új regionális klímamodell-szimulációk eredményeire épül, és 10×10 km-es térbeli felbontásban biztosít mért, illetve projektált éghajlati adatokat az érdeklődők számára megyei, járási és országos szinten.

## A klímaváltozás komoly gondokat okoz majd a mezőgazdaságban

**Éghajlatunk nagymértékű, tartós változása a nemzetgazdaság szektorai közül leginkább a mezőgazdaság számára jelent kihívást.** A tavaszi és nyári csapadékmennyiség csökkenése, a kiegyenlítetlen csapadékeloszlás, valamint a szélsőséges

időjárási jelenségek (aszályok, extrém hőingadozások, korai és késői fagyok, heves esőzések, ár- és belvizek stb.) egyre gyakoribbá válása tetemes környezeti és mezőgazdasági károkat eredményezhetnek.

## Növénytermesztés

Az elmúlt 120 évben 121 mm-rel csökkent Magyarországon a csapadék sokévi átlaga, amit az éves átlaghőmérséklet fokozatos emelkedése csak súlyosbított. E kedvezőtlen folyamat – ahogy azt az előbbieken bemutattuk – a XXI. században még erősödni fog, és kihat majd a termesztési időny hosszára, valamint az agroökológiai zónák további eltolódását eredményezheti. Míg egyes növényfajok (kalászos gabonák, olajnövények, borsó stb.) jobban képesek tolerálni a szélsőséges időjárási körülményeket, addig mások klimatikus alkalmazkodóképessége gyengébb

(főleg, ha a kedvezőtlen időjárási jelenségekhez agrotechnikai hibák is társulnak), így azok termesztése aszályos, vízhiányos években vagy épp kései fagyok mellett különösen kockázatos lehet. Az utóbbi csoportba tartozik például a (siló)kukorica, amelynek térvetése már elkezdődött hazánk egyes körzeteiben az elmúlt és a jelen évtized száraz évjáratai miatt. A következő időszakban sajnos egyre nagyobb terület válhat majd alkalmatlanná a termesztésére. Veszélyben van emellett a tavaszi vetésű gabonák és tömegtakarmány-keverékek termésbiztonsága is.



Ezek részleges kiváltójaként olyan „strapabíróbb” fajtákat lehet választani, mint a szilázsnak és a szemesterménynek egyaránt termesztendő búza, a kora tavasszal betakarítható, szilázst adó rozs vagy – ahol a vetésszerkezet ezeket nem teszi lehetővé – a talaj minőségére kevésbé érzékeny, kitűnő szárazság- és hősegtűrő, silónak, szemes hasznosításra, illetve zöldtakarmánynak is alkalmas cirokfélék (melyek hazai forgalomban levő BMR-változatainak már alacsonyabb a lignintartalma és kedvezőbb az emészthetősége a hagyományos cirokfajtákéhoz képest). Az OMSZ modellkísérletei alapján felvázolt változások tükrében tehát elengedhetetlen a faj- és fajtastruktúránk átalakítása, diverzifikálása. Minden növénykultúra esetén stressztűrőbb, rövidebb tenyészidejű, esetleg extra korai fajtát/hibridet vagy egyszerre több ilyen fajtát/hibridet érdemes választani, illetve (ahol az öntözés nem megoldható) a termelést a kevésbé aszályos régiókra kell koncentrálni.

A magasabb hőmérséklet, a csapadékhiány és a szélsőséges időjárási események hatására megváltozik a növények gyökérzetének szerkezete, alacsonyabb hozamokat eredményezve lelassul a növekedésük üteme, módosul a szemtermésekben a táplálóanyagok aránya (szárazságban erőteljesen romlik a szénhidrátok szemekbe áramlása), a sejtek lignintartalmának emelkedése pedig gyengébb termésminőséget (rosszabb emészthetőséget és tápanyag-feltárhatóságot) eredményez. E hatások mértéke természetesen a termőhelytől, a termesztett növényfajoktól/-fajtáktól és a termesztéstechnológiától függően eltérő lehet. Az viszont biztos, hogy a jövőben nemcsak a szárazságtűrő takarmánynövények értékelődnek majd fel, de a jó minőségű tömegtakarmányok előállítását lehetővé tevő, speciális agrotechnika is.



A megfelelő faj- és fajtahasználat kapcsán ki kell emelnünk a növénynemesítést, amelyre óriási feladat hárul napjainkban. A kiváló minőségen, a nagy hozamokon és a termésstabilitáson túl mára előtérbe került, a jövőben pedig még a jelenleginél is nagyobb szerepet kap a növények abiotikus stresszfaktorokkal szembeni ellenállóképessége. A kutatók a legmoder-

nebb eljárásokkal próbálnak olyan szárazság-(aszály-) tűrő és a talajnedvességet jobban hasznosító fajtákat előállítani, amelyek képesek alkalmazkodni a szélsőséges időjárási és talajvízháztartási körülményekhez. Továbbá nagy hangsúlyt fektetnek a kórokozók és a kártevőkkel szembeni rezisztencia, illetve ellenállóképesség kialakítására, amely megoldást nyújthat a kémiai növényvédőszeres mennyiségének uniós előírások szerinti csökkentésére. Fontos lenne olyan kukoricahibridek előállítása, amelyek stressztűrése megfelel (például virágzáskor és szemkitalétkor) az egyre szélsőségesebbé váló klimatikus viszonyoknak.



A klímaváltozás kapcsán nem feledkezhetünk meg az okszerű legelő- és rétgazdálkodásról sem, hiszen a kérődzők tartásának sikere nagyban függ a gyepegzeldősítés eredményességétől. Már ma is viszonylag rövid az a vegetációs időszak, amikor gyepeink elegendő táplálóanyagot tudnak biztosítani számukra. Így féltendő, hogy a következő évtizedekre projektált melegebb és szárazabb nyarak miatt a helyzet csak rosszabbodni fog, és tovább romlik majd a hazai gyepek állattartó-képessége, illetve az azokon termő takarmányok minősége. Azzal kell számolnunk, hogy az éves legeltetési időszak a mainál rövidebb lesz, és az állatok takarmányozását a legelők gyorsabb kisértése miatt egyre inkább a szántóföldi termesztésű tömegtakarmány-növényekre kell alapoznunk. A jövőben ezért kulcsfontosságúvá válik a legeltetési időszak „kinyújtása”, a rétek, legelők jó állapotban tartása, a növényzetükben pedig az olyan kiegészítő kevésbé hajlamos, megfelelő hozamot és termésbiztonságot nyújtó pázsitfűfélék (például magyar rozsok) és pillangós növényfajok (például lucerna) arányának növelése, amelyek legeltetésre, illetve tartósított tömegtakarmányok készítésére egyaránt alkalmasak. A hazai gyepek mellett, hogy a kérődzők fontos takarmánybázisaként szolgálnak, komoly természetvédelmi értéket is képviselnek. Ebből adódóan a jövőben erősíteniünk kell olyan egyéb funkcióikat is, mint a széndioxid-megkötés, a talajvédelem vagy a biodiverzitás növelése.

*(A cikket a következő számban folytatjuk.)*

