

THE FORMATION OF THE PRECIPITATION BASED ON THE LONG TIME SERIES OF THE METEOROLOGICAL OBSERVATION OF KESZTHELY

A CSAPADÉK ALAKULÁSA A KESZTHELYI HOSSZÚ IDŐSOROS METEOROLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK ALAPJÁN

KOCSIS Tímea, ANDA Angéla*

University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture, Department of Meteorology and Water Management, 8360 Keszthely Fesztetics u. 7.

*Fax: 0036-83-545 310, E-mail: anda-a@georgikon.hu

Manuscript received: September 25, 2006; Reviewed: December 7, 2006; Accepted for publication: December 11, 2006

ABSTRACT

Almost all of the meteorological elements have influence on the success of the agricultural cultivation, but in Hungary among all of these elements precipitation is the most capricious one. The aim of our research is to detect the changes in the 130-year-long time series of precipitation.

The precipitation at Keszthely shows a not significant decreasing trend of 42 mm less rainfall in a 100 year long period. The seasonal amounts of rainfall -except for winter- are decreasing. The significantly reduced amount of spring is an unfavorable factor for agriculture.

The usual secondary maximum of the yearly precipitation in the autumn at Keszthely seems to vanish. Our farmers must count on at least one period of more than 15 days without rainfall, or two dry periods of 10-14 days length in a vegetation period.

Keywords: amount of rainfall, dispersion of precipitation, getting dry

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataink során elsődleges célként a Keszthely csapadékosságában jelentkező változások detektálását tűztük ki az 1871-2000-es időszakban. A keszthelyi 130 éves idősor elemzése arra is lehetőséget nyújtott, hogy a globális klímaváltozás hatásaként fellépő csapadék-mennyiség és -eloszlás esetleges módosulásait is feltárjuk.

Az évi csapadékösszeg Keszthelyen bár nem szignifikánsan, de csökkenő tendenciájú volt a vizsgálat időszakában (42 mm csökkenés 100 évente). Az egyes évszakok közül tavasszal a csökkenés szignifikánsnak mutatkozik. A havi csapadékösszegek alakulása szerint az őszi csapadék másodmaximum Keszthely esetében eltűnni látszik.

A csapadékmentes periódusok alakulásában jelenleg legalább egy 15 napos, illetve kettő 10-14 napos csapadékmentes periódussal kell szembesülniük gazdálkodóinknak egy tenyészidőszak folyamán.

Kulcsszavak: csapadékmennyiség, csapadékeloszlás, szárazodás

BEVEZETÉS

Éghajlat és mezőgazdaság

A mezőgazdaság számára az egyik legfontosabb természeti erőforrás az éghajlat, hiszen a szántóföldi növénytermesztés a szabad ég alatt, az időjárás hatásainak kitéve folyik, meghatározott környezeti, köztük meteorológiai feltételek között. Az időjárás, s annak hosszabb távra vetített összessége - az éghajlat - a szántóföldi növénytermesztés feltételrendszere, amely megszabja az adott földrajzi helyen természetközeli növények körét, valamint a tenyészidőszak hosszát.

A légkör jelenségei befolyással vannak a növényben lejátszódó biokémiai folyamatokra; hol gyorsítják, hol lassítják azok intenzitását. Ennek az állandó változásnak megfelelően alakul a növények növekedése és fejlődése, s végső soron produktivitásuk is, mely évről-évre eltérő termésmennyiségben ölt testet.

A globális felmelegedés várható hazai következményei

Az IPCC [3, 4] egész Földre vonatkozó globális előrejelzései szerint a várható üvegházgáz- és aeroszol koncentrációk változásainak következtében éghajlatunk az évszázad közepére-végére fokokban kifejezhető melegedés előtt áll. Mika 1988-ban [5] írt éghajlati forgatókönyvében már olvashatjuk, hogy hazánk éghajlata a globális felmelegedéssel párhuzamosan melegszi, s a nyári félévben szárazabbá válik. Ezt a feltételezett változási tendenciát a szerző későbbi publikációi is megerősítették [7]. Hazánkban a csapadék csökkenésének mértéke a főlégköri átlaghőmérséklet kisebb emelkedésével párhuzamosan a nyári félévben fokként 50-110 mm [8]. Az ezt meghaladó mértékű felmelegedésnél az évi csapadékösszeg változás már nem lineáris, s a kezdeti 2 foknyi melegedésig súlyosbodó szárazodási tendencia későbbi kimenetele teljesen bizonytalan [9]. Mika az 1996-ban [6] megjelent publikációjában a csapadék mennyiségének irányváltását prognosztizálta, s feltételezte, hogy a csapadékváltozás 4 fok globális melegedésnél már biztosan csapadéknövekedéssé alakul.

Bartholy és Schlanger 2004-ben [2] publikált modelleredményei (MAGICC/SCENGEN programcsomaggal, 16 GCM és 4 IPCC CO₂ kibocsátási forgatókönyv alapján kidolgozott regionális forgatókönyvek) alapján 2050-re (+0,8)-(+2,8)°C-os, 2100-ra (+1,3)-(+5,2)°C-os hőmérsékletváltozás várható hazánkban. A modellek nagy hányada az éves csapadékösszegek növekedését jelzi [1]. A csapadék változása 13 modell szerint 2050-re (-1)-(+7)%, 2100-ra (-3)-(+14)% között alakulhat. Az évszakai becslések szerint növekvő csapadék várható a téli hónapokban,

csökkenő csapadékmennyiség nyáron, s igen kis változásra számíthatunk az átmeneti évszakokban. A modelleredmények szerint a tél és a tavasz a mainál nedvesebbnek, míg a nyár és az ősz szárazabbnak ígérkezik. Ezek a változások gyakoribb árvizeket és aszályokat eredményezhetnek [1].

Globális klímaváltozásként gazdáink többnyire csak a hőmérséklet emelkedését ismerik, pedig az éghajlati rendszer változása számos más, a mezőgazdaságot közvetlenül veszélyeztető következménnyel is járhat. Ezek közül a következmények közül a teljesség igénye nélkül az adott terület faj-spektrumának megváltozását, elszegényedését, esetleg néhány faj teljes eltűnését, a termesztési körzetek eltolódását, akártevők összetételének és elterjedésének változását, a vegetációs periódus hosszának módosulását, a tenger vízszint emelkedését, a tengervízzel borított termőterületek arányának növekedését említjük. A növények esetében azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni a fotoszintézisük légköri CO₂ koncentráció-növekedés miatti sajátos válaszreakcióját sem. A várható negatív hatások valószínűleg messze meghaladják azt a növényeknél fellépő pozitívumot, melyet a felmelegedés egyik okozója, a megnövekedett CO₂ koncentráció a növény fotoszintézisében betöltött életfolyamat-intenzitást növelő hatása jelent.

A három legfontosabb, termést meghatározó meteorológiai tényezőtől – a sugárzás, a hőmérséklet és a víz - különösen a vízellátottság az, amely régóta sokat és sokak által tanulmányozott terület. Magyarországon a meteorológiai elemek közül a legkritikusabb a csapadék, az öntözés nélkül termesztett növény vízellátásának szinte kizárólagos forrása. A csapadék éghajlatunk legszeszélyesebben változó eleme, melynek mennyisége és eloszlása évről-évre változhat, s a megfigyelések szerint különösen az utóbbi évtizedekben változott is. A sokak által még mindig vitatott jelenség, a globális klímaváltozás egyik legkellemetlenebb következménye hazánk mezőgazdaságára nézve a csapadékosság módosulásában jelentkezik. Az elmúlt évek időjárási történései és azok publicitásának esetenkénti ellentmondásai, valamint a rendelkezésünkre álló 130 éves adatsor irányította figyelmünket a Keszthely térségében jelentkező csapadék jelenségek alakulásának teljesebb körű áttekintésére. Kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy a globális klímaváltozás hatásaként prognosztizált csapadék csökkenés érzékelhető-e már napjainkban is a Keszthelyen végzett hosszú idősoros mérések alapján. Elemzéseink nemcsak az évi csapadékösszegekre, hanem a mezőgazdasági termelést erősen befolyásoló évszakonkénti (havonkénti) megoszlásra is kiterjedtek.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkban, kezdetben az ősi Georgikon területén, - a többszöri névváltoztatáson átesett, de profiljához hű maradt mezőgazdasági szakemberképzést végző tanintézet helyén - majd az Országos Meteorológiai Szolgálat által üzemeltetett meteorológiai állomásokon 1871-től 2000-ig (néhány mutatónál 2003-ig) mért napi csapadékösszegeket elemeztük. A napi értékekből havi, a meteorológiában szokásos módon évszakos és évi összegeket képeztünk. Meghatározásra került a csapadékmentes időszakok előfordulása is. A keszthelyi állomás fennállása alatt többször költözött, a város terjeszkedésével egyre inkább annak külterületi részeire szorult. Az adatsor feldolgozásakor az idősorok elemzésénél kiterjedten alkalmazott lineáris trendszámítást alkalmaztuk, valamint a középértékek meghatározásával elemeztük az adatokat.

Eredmények és következtetések

Keszthely a Dunántúlon, annak középső térségében található, mely előrevetíti éghajlatának az ország keleti részénél kiegyenlítettebb és csapadékosabb voltát. A város időjárás-éghajlat elemzésénél nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy a Balaton északi partján fekszik, ezáltal a tó sajátos mikroklímát alakító hatásával is találkozhatunk, mely a hely turisztikai népszerűségét megalapozta, látogatottságát az elmúlt időszakban jelentősen növelte.

A hely csapadékoságának általános jellemzése

Keszthely 130 éves adatsorából számolt átlagos évi csapadékösszeg 678 mm-nek, az adatsor szórása 134 mm-nek adódott. Az adatsor terjedelme 705 mm, 105 mm átlagos abszolút eltéréssel. A csapadék változásait legegyszerűbben az adatsorra illesztett lineáris trenddel közelíthetjük, mely évente 0,42 mm-rel csökkenő csapadékhozamot prognosztizál. Ez 100 évre vetítve 42 mm-rel kevesebb csapadékbevételt jelentene. Meg kell jegyeznünk, hogy a trendelemzés eredménye nem szignifikáns.

Az elemzés második lépéseként az adatsort tíz éves szakaszokra daraboltuk, melyek átlagait a 130 évből képzett számtani középhez hasonlítottuk. Az 1901-

1940 közötti időszak az átlagnál nedvesebb, az idősor utolsó három évtizede pedig szárazabb időszakot reprezentált. Az idősor legszárazabb évtizede azonban még korábbra, 1881-1890-re tehető, melynek évi átlagos csapadékbevétele 66 mm-rel volt kevesebb a 130 éves átlagnál. A legcsapadékosabb évtized az 1901-1910-es, amely évi átlagos csapadéka 102 mm-rel haladta meg a 130 éves idősor középértékét. Az évtizedekre bontott csapadék adatsorban az utolsó 3 évtized (1971-2000) az átlagnál szárazabb periódust képviselt, ahol a legalacsonyabb csapadékbevételt az 1981-1990 közötti évtized adta, melyhez képest az 1991-2000 évtized egy kissé magasabb, de még mindig a sokéves átlag alatti csapadékösszeggel rendelkezett. Keszthely esetében tehát a legkisebb csapadékbevétellel nem az 1991-2000-es évtized, hanem egy korábbi időszak rendelkezik. Ennek ellenére az elmúlt 30 évben a sokéves átlagnál folyamatosan alacsonyabb évi csapadékösszegek miatt három évtizede halmozódó vízhiány nem hatástalan a szántóföldi vízkészletekre.

A csapadék évszakos változásai

A csapadék évszakos változására legérzékenyebben a növények reagálnak, mégpedig biológiai sajátosságaik alapján, melynek legegyszerűbb kifejezési módja a tenyészidőszak hossza. Sokan a vegetációs periódust csak a léghőmérséklet alakulása alapján követik, pedig a tenyészidőszak hosszát a vízellátottság ugyanolyan mértékben befolyásolja, mint a léghőmérséklet. A növények vízigénye a tenyészidőszak egyes szakaszaiban változó, s több tényező által meghatározott (faj, fajta, fejlettség, egészségi állapot, tápanyagellátottság stb.). Általánosságban elfogadható, hogy a vízigény maximuma a virágzás körül jelentkezik. A fentiek miatt az évi csapadékösszegek mellett az évszakos csapadékösszegek tendenciáit is áttekintettük. Az egyes évszakoknál lineáris trendet illesztettünk a 130 éves adatsor alapján képzett évszakos bontású adatokra annak érdekében, hogy az egyes évszakok csapadékviszonyaiban esetlegesen felfedezhető változások irányát meghatározzuk (1. táblázat).

1. táblázat Az évszakos csapadékösszegek változása Keszthelyen 1871-2000 között (*-5%-os szignifikancia szinten szignifikáns)
Table 1 Changes in the seasonal amounts of the precipitation at Keszthely between 1871 and 2000 (*- it is significant at the level of 5%)

Évszak	Meredekség	R ²
Tavas	-0,3543	0,0593 *
Nyár	-0,0541	0,0008
Ősz	-0,2278	0,0157
Tél	0,1798	0,0253

A trend egyenesek meredekségének előjeléből megállapíthatjuk, hogy a tavaszi és az őszi csapadékösszegek csökkenő tendenciát mutatnak. A nyári csapadékösszegek gyakorlatilag változatlanok tekinthetők. Emellett a téli csapadékösszegek enyhén növekvő tendenciájúak. Az eredmények a nyár, az ősz és a tél esetében nem szignifikánsak, ezért egyértelműen nem jelenthető ki, hogy Keszthely esetében megfigyelhető az ezekre az évszakokra jellemző csapadékviszonyok módosulása. Azonban a tavasz esetében a csökkenés 5%-os szinten szignifikáns, a csökkenés mértéke pedig 100 évre vetítve 35 mm-nek adódott. A tavaszi csapadékbevitel csökkenése különösen kedvezőtlenül érintheti a tavaszi kalászosokat, hiszen a csírázás és a kezdeti fejlődés időszakában fontos a növények számára a megfelelő vízellátás. Az őszi gabonák esetében szintén előnytelen a csökkenő tavaszi csapadékmennyiség, főleg akkor, ha a virágzás idején sújtja őket a vízhiány. Ezek az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy a tavaszi hónapokban – amikor gazdasági növényeink számára igen fontos a megfelelő vízellátás – gazdáinknak számolniuk kell a csapadékbevitel csökkenésével, esetlegesen a növényi vízigények kielégítése érdekében öntözéssel kell tervezniük, valamint a talaj vízkészleteinek minél hatékonyabb megővését segítő talajművelési rendszereket kell alkalmazniuk.

Bartholy és munkatársai évszakos becslései szerint növekvő csapadék várható a téli hónapokban, csökkenő csapadékmennyiség nyáron, s igen kis változásra számíthatunk az átmeneti évszakokban [1]. A keszthelyi mérések alapján az évszakos csapadékmennyiségek változása ettől eltérő képet mutat, hiszen a legnagyobb változást a tavaszi csapadékmennyiségek mutatják.

Az egyes évszakok leíró statisztikai jellemezőit 2. táblázat foglalja össze.

Ha megvizsgáljuk az egyes évek évszakos csapadékmennyiségeinek eltérését (abszolút értékben)

a 130 év átlagértékétől (1., 2., 3., 4. ábrák), akkor megállapíthatjuk, hogy az átlagtól való eltérés abszolút mértéke, az ősz kivételével, csökkenő tendenciát mutat. Tehát az évszakos csapadékösszegek eltérése az adott évszak átlagától – csak az eltérés nagyságát véve figyelembe, az előjelét nem - a tavasz, a nyár és a tél tekintetében csökkenő. Ezzel szemben az ősz esetében a változékonyság növekvő, vagyis ősszel az átlagtól egyre inkább eltérő mennyiségű – a „vártnál” több, vagy kevesebb – csapadék jelentkezése valószínűsíthető. Meg kell jegyeznünk azonban, hogy ezek a tendenciák egyik évszak esetében sem szignifikánsak, ezért nem állíthatjuk bizonyosan, hogy az adatok változékonyságában elmozdulás tapasztalható.

A havi csapadékösszegek alakulása

Keszthelyen, mint a Dunántúlon jellemzően, a februári csapadékminimum után a havonta hulló csapadék mennyisége folyamatosan emelkedik, egészen a júniusi maximumig. Erről a tendenciáról tudjuk, hogy a növénytermesztés szempontjából igen kedvező, mely a fokozatosan emelkedő hőmérséklettel együtt a növény igényeinek éppen megfelel. A nyár elején fellépő főmaximum mellett Magyarország legtöbb állomásán egy őszi másodmaximum is jellemzi a csapadék időbeli eloszlását, mely Keszthely esetében nem jelentkezett. Az ősz hónapjainak csapadékösszegei mennyiségileg kiegyenlítetnek látszanak (5. ábra).

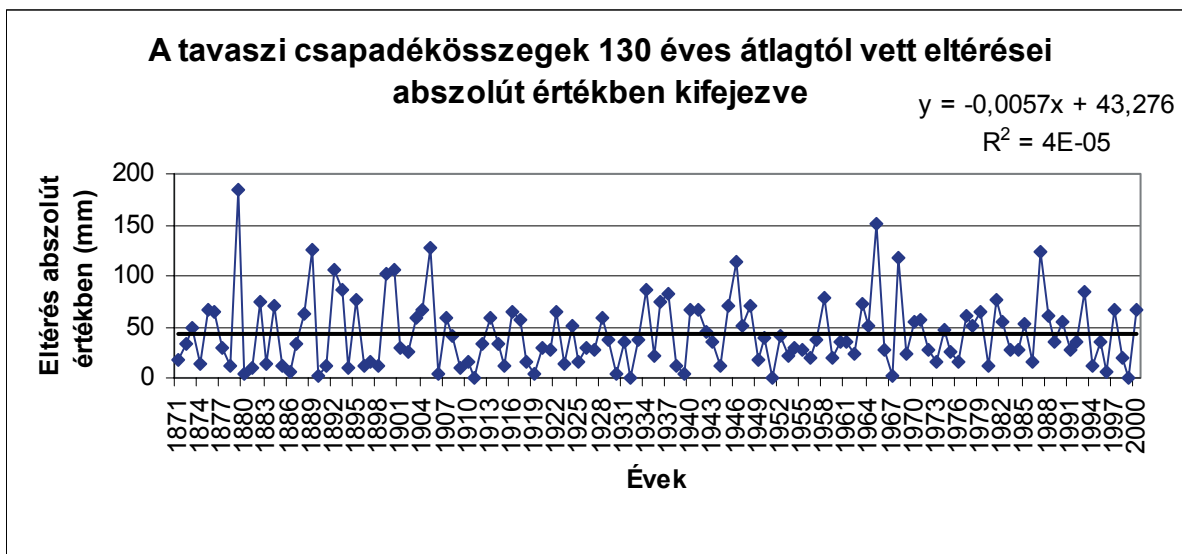
A csapadék havi összegeinek 130 éves adatsorában tapasztalható eltérések megjelenítését lineáris trenddel szemléltetjük (3. táblázat).

Amint azt az évszakos csapadékváltozásoknál már bemutattuk, amárciustól májusig, valamint az augusztustól októberig terjedő időszakban csökkenő csapadék összegekkel számolhatunk. A szárazodó tavaszi időszak nem kedvez a legtöbb szántóföldi növénynek, mivel ebben az időszakban a növényi fejlődés vízigényesebb szakaszai (tavaszi vetésű növényeknél a csírázás, őszi

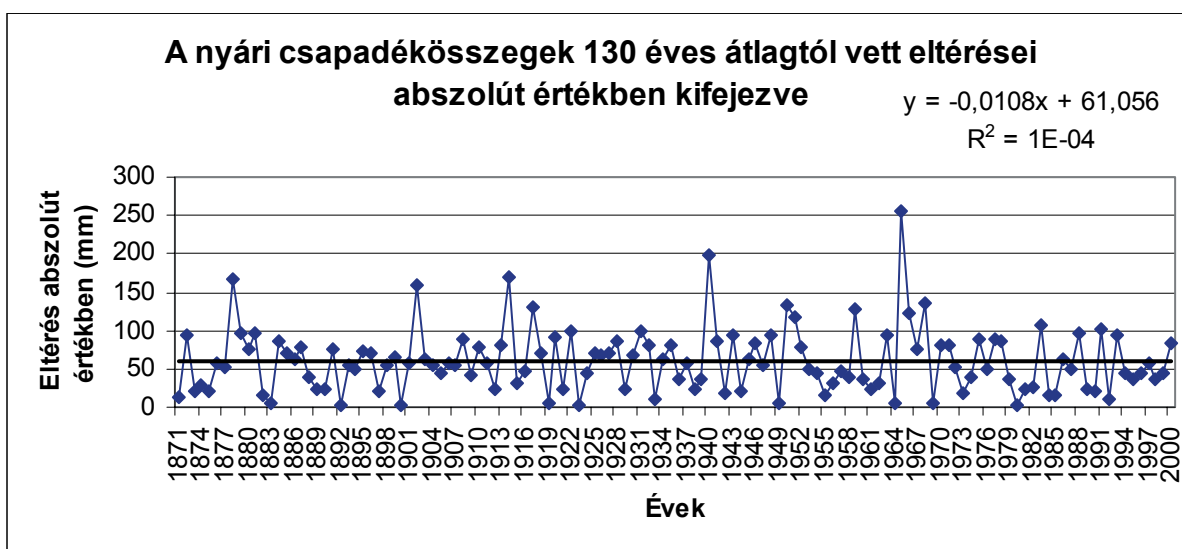
2. táblázat Az egyes évszakok 130 éves csapadék adatsorának legfontosabb leíró statisztikai jellemzői

Table 2 The most important statistical parameters of the 130 year long seasonal time series of precipitation

	Tavaszi	Nyár [mm]	Ősz	Tél
Átlag (<i>M</i>)	163,4	222,6	179,5	111,1
Szórás (<i>σ</i>)	54,83	73,64	68,52	42,61
Maximális érték (<i>x_{max}</i>)	347	479	412	229
Minimális érték (<i>x_{min}</i>)	45	87	45	31
Terjedelem (<i>R</i>)	302	392	367	198
Átlagos abszolút eltérés (<i>d</i>)	42,9	60,3	53,7	34,3



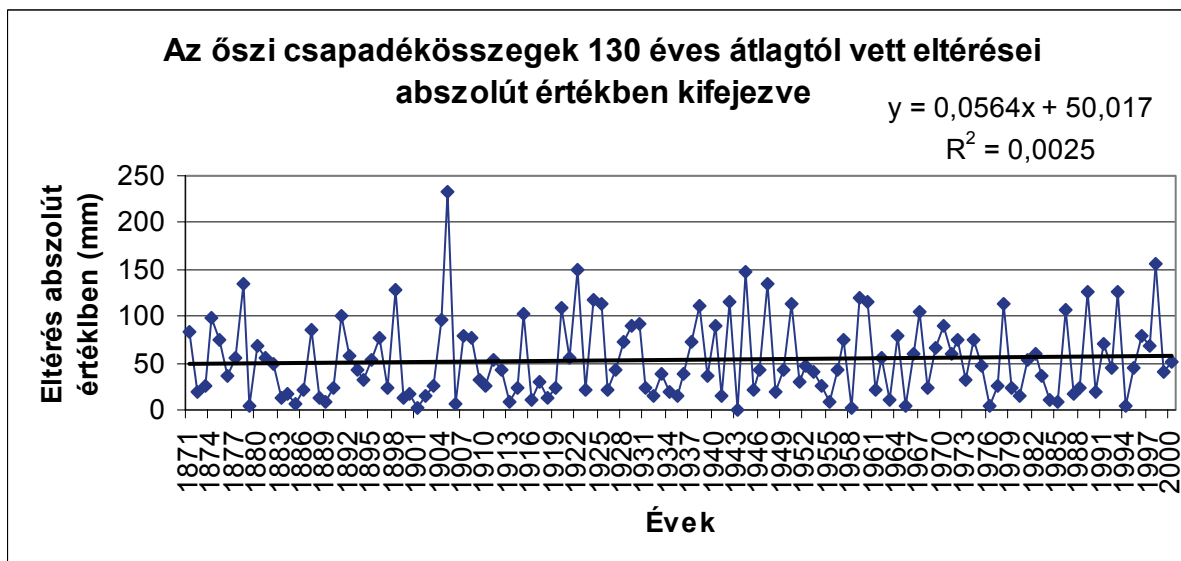
1. ábra A tavaszi csapadékösszegek 130 éves átlagtól vett eltérései abszolút értékben kifejezve
Figure 1 The difference between the spring precipitation amount and the seasonal mean in absolute value



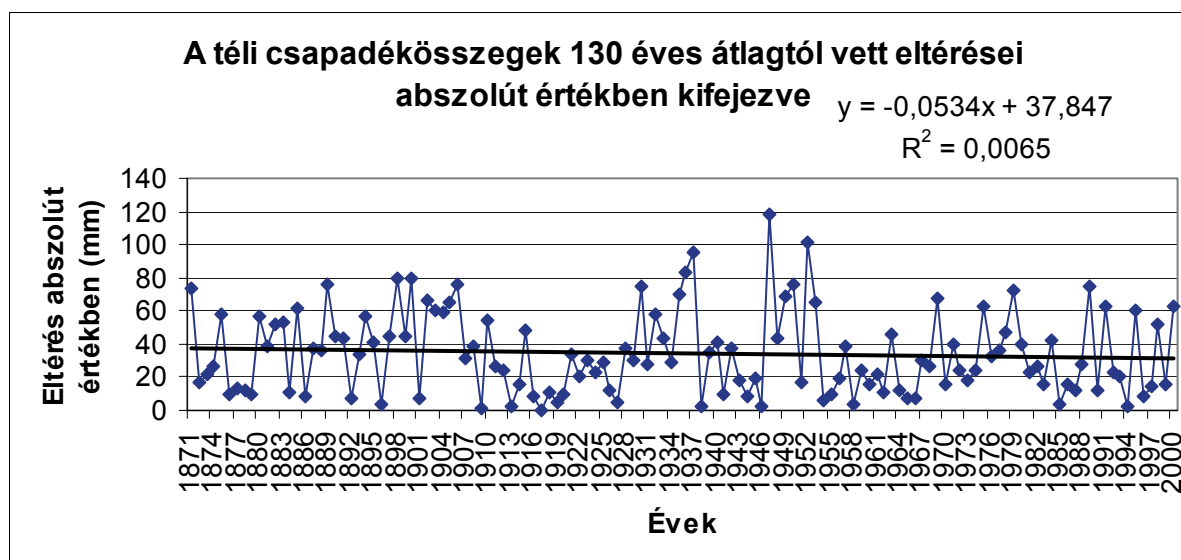
2. ábra A nyári csapadékösszegek 130 éves átlagtól vett eltérései abszolút értékben kifejezve
Figure 2 The difference between the summer precipitation amount and the seasonal mean in absolute value

vetésüeknél a virágzás) zajlanak. A csapadékcsökkenés miatt megnövekvő tavaszi aszályhajlam komoly károkat okozhat a növényi fejlődésben, ami később hatással bírhat a betakarítható termés mennyiségére és minőségére is. A tavaszi hónapok mellett az őszi hónapok csapadékossága is csökkenő tendenciájú. A lineáris trendvonal illeszkedését jelző R^2 -ek azonban felhívják a figyelmet arra, hogy e tendenciák – október kivételével – nem takarnak szignifikáns változásokat, tehát a

csapadékcsökkenés tényét Keszthely esetében továbbra is fenntartásokkal kell kezelnünk. A csapadékcsökkenés ténye egyedül október hónap esetében mutatkozik szignifikánsnak 5%-os szignifikancia szinten, ami azért figyelemre méltó, mert a tavaszi vízkészlet csökkenése után az őszi vetésű növények számára egyre kevesebb víz áll rendelkezésre a csírázáshoz. A csökkenő őszi (októberi) csapadék sem képes utánpótolni a tavaszi csapadékcsökkenés miatt halmozódó vízhiányt, ezért az



3. ábra A őszi csapadékösszegek 130 éves átlagtól vett eltérései abszolút értékben kifejezve
Figure 3 The difference between the autumn precipitation amount and the seasonal mean in absolute value



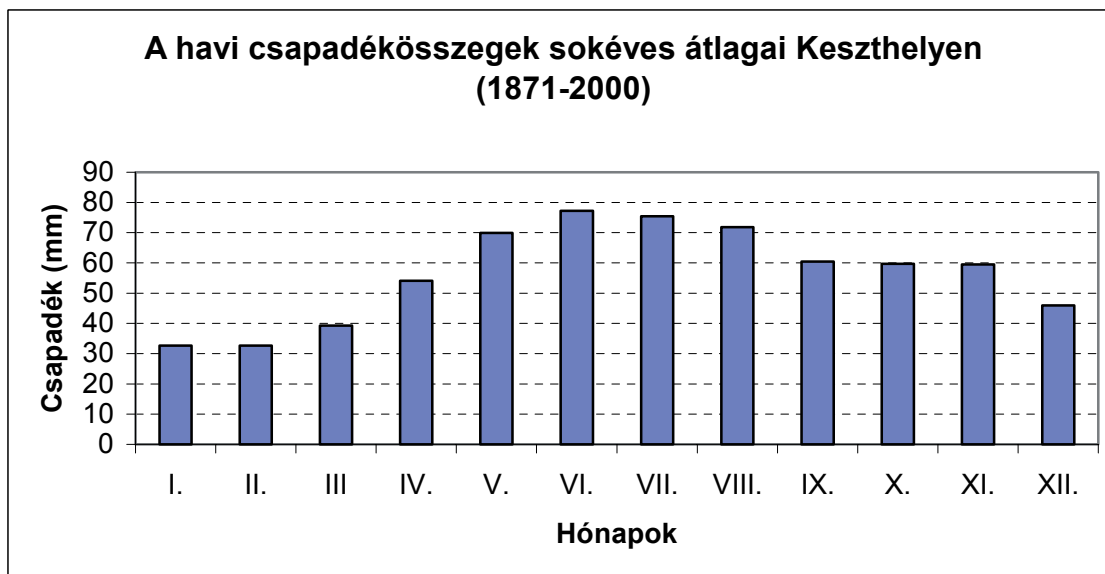
4. ábra A téli csapadékösszegek 130 éves átlagtól vett eltérései abszolút értékben kifejezve
Figure 4 The difference between the winter precipitation amount and the seasonal mean in absolute value

őszi csapadék csökkenése a talaj vízkészletcsökkenésén keresztül korlátozó tényezőként léphet fel, például az őszi gabonák kezdeti fejlődése során.

A csapadékösszág szélső értékeit és kvartiliseit elemezve (6. ábra) a legnagyobb változékonysággal július, október és június hónapokban találkozhatunk. Itt mozog az adatok fele a legszélesebb intervallumban. Az abszolút maximum érték júliusban jelentkezett. A változékonyság a téli hónapokban a legkisebb.

Csapadéktelen időszakok

A kontinentális éghajlatú területeken a csapadék időbeli eloszlása rendkívül szabálytalan, az egyes csapadékhullások közötti idő hossza erősen változhat. A tartós csapadéktelenség a szántóföldi termelésben súlyos károk forrása, főleg a nyári félévben, a kedvezőtlen vízgazdálkodású talajokon, s a különösen vízigényes növényeknél. Hazánkban átlagosan minden 4. vagy 5. napon hullik legalább 0,1 mm csapadék. A



5. ábra A havi csapadékösszegek sokéves átlagai Keszthelyen (1871-2000)
Figure 5 Means of the monthly precipitation at Keszthely (1871-2000)

3. táblázat A havi csapadékösszegek változásának tendenciái Keszthelyen 130 év adatai alapján (*-5%-os szignifikancia szinten szignifikáns)

Table 3 Tendencies of the monthly amounts of rainfall at Keszthely by the 130 year data set (*- it is significant at the level of 5%)

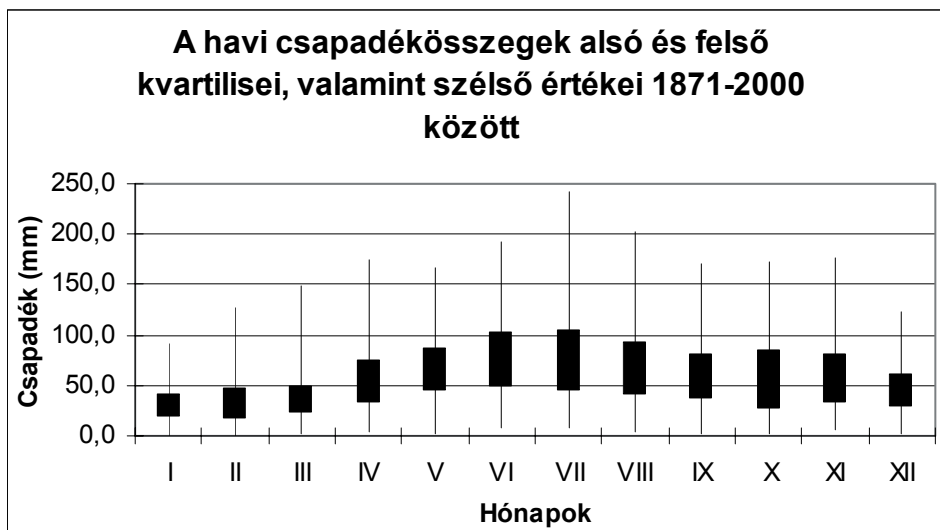
Hónap	A trend egyenes meredeksége	R ²
Január	0,0414	0,0063
Február	0,0407	0,0042
Március	-0,0672	0,0099
Április	-0,1493	0,0296
Május	-0,1378	0,0236
Június	0,076	0,0058
Július	0,0077	0,00004
Augusztus	-0,1012	0,0083
Szeptember	-0,0589	0,0043
Október	-0,2584	0,0566 *
November	0,0895	0,0092
December	0,0968	0,0189

legtöbb szántóföldi növény az 5-10 napot meghaladó csapadék nélküli időszakokat már megsínyli, s irreverzibilis károsodást szenved [10]. Vizsgálatunkban a csapadékmentes időszakokat két idő-kategóriában, 10-14 napos és 15 napot meghaladó csapadékmentes időszakra bontva elemeztük 1968-tól napjainkig (7. ábra).

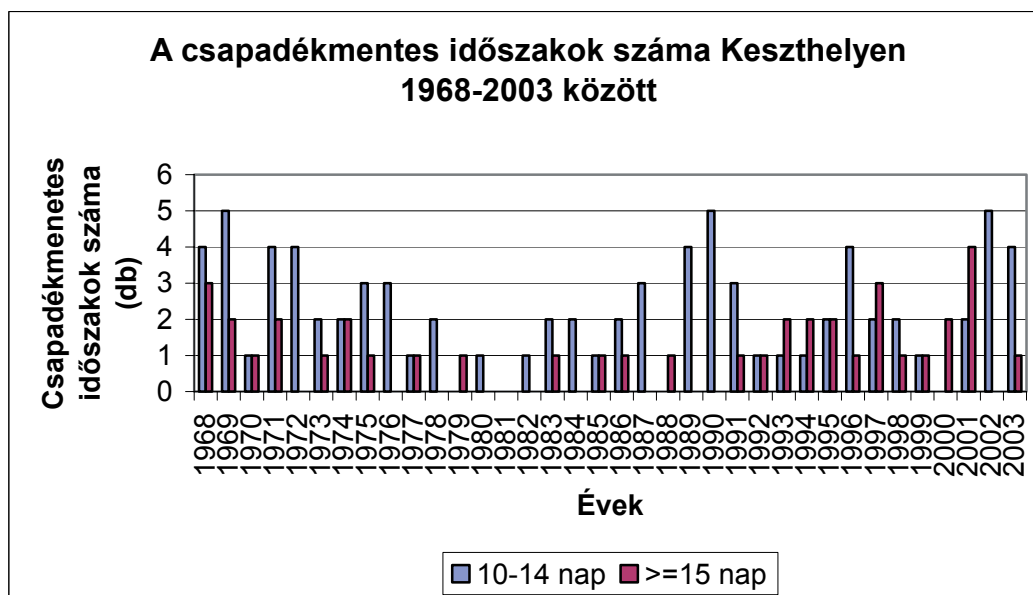
Egy 10-14 napos csapadékmentes időszak szinte minden évben előfordult. Az általunk vizsgált időszak elején, közvetlenül 1968 után az esetek darabszáma évi 3-5 közötti, majd az 1977-1985-ös időszakban 1-3 alkalomra csökkent, majd 1985 után ismét 3-5 alkalomra szaporodott. A 15 napot meghaladó csapadékmentes periódusok száma

kevesebb, de a változás tendenciáját tekintve megegyezik a 10-14 napos csapadékmentes időszakokéval. Az 1990-2000-évtizedben bekövetkezett csapadékmentes időszakok számát tekintve nem egyedülálló az adatsorban. Hasonló eloszlást tapasztalhattunk a '70-es évek elején is.

A mezőgazdák számára értékesebb információval szolgálhat a tenyészőidőszak alatt fellépő csapadékmentesség, melyet a két korábban bevezetett kategóriával szemléltetünk. A tenyészőidőszak hosszát két különböző hosszúságú időszakra, április 1– szeptember 30 közötti, és a március 15–október 15 közötti, szélesebb intervallumban vizsgáltuk (8. a és b ábrák).



6. ábra A havi csapadékösszegek alsó és felső kvartilisei, valamint szélső értékei 1871-2000 között
 Figure 6 Lower and upper quartiles, maximum and minimum of the monthly amounts of precipitation between 1871 and 2000

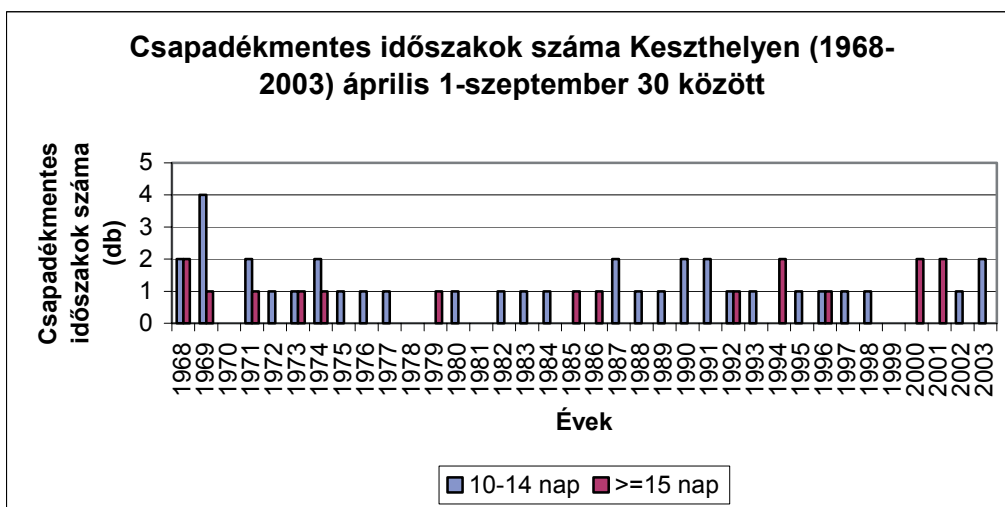


7. ábra A csapadékmentes időszakok száma Keszthelyen 1968-2003 között
 Figure 7 Number of dry periods at Keszthely between 1968 and 2003

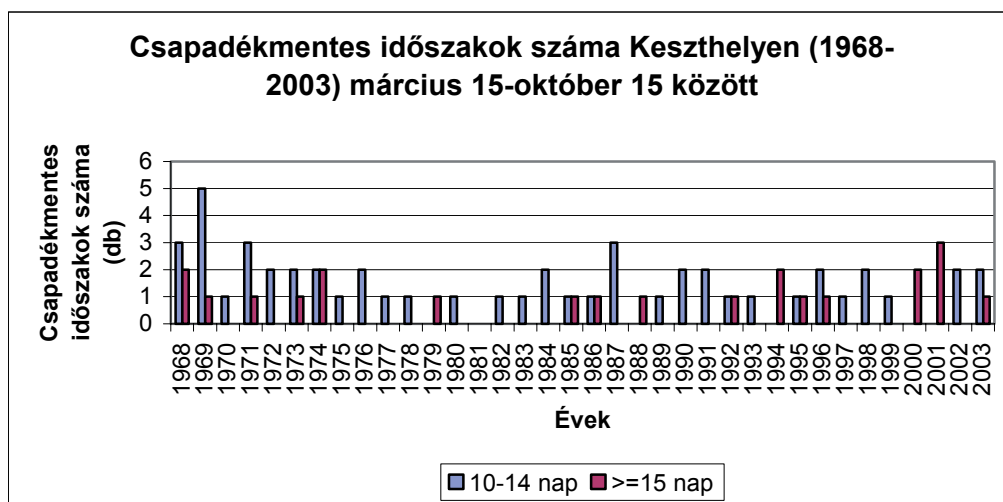
A tenyészidőszak(ok)ra meghatározott csapadékmentesség természetesen elmarad a teljes évre számolt értékektől, mégpedig elég jelentősen, vagyis hosszabb csapadékmentes időszakokkal nemcsak a tenyészidőszakokban találkozhatunk. A második, hosszabb tenyészidőszakot azért emeltük be vizsgálatainkba, mert egyrészt a növények vízigényének kielégítése szempontjából közismert az őszi és a

tavaszi „betározott” csapadék jelentősége, másrészt a globális klímaváltozás következtében a tenyészidőszak meghosszabbodására számíthatunk. Az adatok ábrázolásánál is szemmel látható lett a különbség a két eltérő tenyészidőszakhossz csapadékmentes periódusai között (8. a és b ábra). Közvetlenül az elterjedtebben használt rövidebb tenyészidőszak előtt és után is fordultak elő csapadékmentes időszakok, amelyek a növények

a)



b)



8. a és b ábra A csapadékmentes időszakok száma Keszthelyen két eltérő tenyészidőszak hosszúság esetében. A csapadékmentes szakaszok száma az a) résznél április 1-szeptember 30 közötti; a b) esetében március 15-október 15 közötti időtartamra vonatkozik.

Figure 8 a and b Number of dry periods at Keszthely in two different intervals of the vegetation period (a, – between 1st April and 30th September, b, – between 15th March and 15th October)

fejlődésére befolyással vannak.

A legtöbb száraz periódussal rendelkező évek az 1968-tól napjainkig tartó szakaszban a 60-as évek végén jelentkezett, s nem napjainkban. A 2000 utáni években a korábbiakhoz képest némi emelkedést tapasztalhatunk csapadékmentes időszakokban, mely azonban nem volt egyedülálló. A feldolgozás alapján a jelenlegi tendencia folytatódásakor legalább egy 15 napos, vagy kettő 10-14 napos csapadékmentes periódussal kell szembesülniük

gazdálkodóinknak egy-egy tenyészidőszak során. Ettől eltérő értékek azonban mindkét irányban előfordulhatnak.

Következtetések

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az évi csapadékösszeg Keszthelyen bár nem szignifikánsan, de csökkenő tendenciájú volt a vizsgált időszakában (1871-2000). Az éves csapadékbevitel mérséklődése 100

évre vetítve 42 mm volt, amely a legtöbb szabadföldön termesztett növényünk vízigényére való tekintettel már meglehetősen szűkre szabott csapadékkellátást feltételez, így a 42 mm vízbevétel csökkenés már egyáltalán nem tekinthető csekély csapadék kiesésnek. Az egyes évszakok közül tavasszal volt a csökkenés szignifikáns, pontosan a vegetációs periódus kezdetén, amikor a talajok telítettségének alapvető fontosságú ahhoz, hogy a növények kezdeti fejlődése, kelése zavartalan lehessen. A havi csapadékmennyiségek elemzése során október hónapban jelentkezett még szignifikáns csapadékcsökkenés, mely a legnagyobb területen termesztett kenyérgabonánk, az őszi búza kezdeti fejlődési esélyeit ronthatja.

A havi csapadékösszegek alakulása szerint az őszi csapadék másodmaximum Keszthely esetében eltűnni látszik. A csapadékmentes periódusok alakulásában jelenleg legalább egy 15 napos, illetve kettő 10-14 napos csapadékmentes periódussal kell szembesülniük gazdálkodóinknak egy-egy tenyészidőszak folyamán.

Az elmúlt mintegy 130 év csapadékadatai alapján gazdáinknak mindenképpen a csapadékbevétel csökkenésével kell számolniuk, különösen a tavaszi és az őszi időszakokban. Legtöbb gazdasági növénynél ez a csírázás időszaka, de néhány esetben a termésképzés is erre a periódusra eshet (pl. cukorrépa). A növényi vízigény minél tökéletesebb kielégítésére termelőinknek az öntözési lehetőséggel kell számolniuk, valamint a talaj vízkészleteinek minél hatékonyabb megővését segítő, a korábbiaktól eltérő talajművelési rendszerek alkalmazásával. A csapadékcsökkenés kedvezőtlen hatásainak mérséklése érdekében megoldást jelenthet a szárazságtűrő fajták használata is.

SZAKIRODALOM

[1] Bartholy, J., – Pongrácz, R., – Matyasovszky, I., –

Schlanger, V., A XX. században bekövetkezett és a XXI. századra várható éghajlati tendenciák Magyarország területére, *Agro-21 Füzetek* (2004) 33, pp. 3-18.

[2] Bartholy, J., – Schlanger, V., Az éghajlat regionális modellezése, in: *Természet Világa* 135. évf. II. különszám, 2004, pp. 40-44.

[3] Houghton, J.T. et al (Eds.), IPCC: Climate Change 1995. Cambridge Univ. Press, 1996, p. 570.

[4] Houghton, J.T., et al. (Eds.), IPCC: Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. & New York, N.Y. USA, 2001, p. 881.

[5] Mika, J., A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében, *Időjárás* (1988) 92, pp. 178-189.

[6] Mika, J., Éghajlati forgatókönyvek, in: Mika, J. (Eds.) *Változások a légkörben és az éghajlatban*, *Természet Világa Különszám*, 1996, pp. 69-74.

[7] Mika, J., Új kutatások a globális klímaváltozás, valamint ezek regionális sajátosságai és hatásai terén, *Berényi Dénes Jubileumi Ünnepe Előadásai*, Debrecen, (2001), pp. 185-202.

[8] Mika, J., A globális klímaváltozásról: Egy meteorológus kutató szemszögéből, *Fizikai Szemle* (2002) LII., pp. 258-268.

[9] Mika, J., Az éghajlatváltozás sajátosságainak becslése a Zempléni-hegység térségére, in: *Frisnyák, S., Gál, A. (Eds.) Szerencs és a Zempléni-hegység*, Szerencs, 2003, pp. 41-56.

[10] Szász, G., Magyarország éghajlata és annak változékonysága, in: *Cselőtei, L., Harnos, Zs. (Eds.), Éghajlat, időjárás, aszály I.*, MTA Aszály Bizottság, Budapest, 1994, pp. 68-71.