



Az éghajlati változékonyság és fontosabb gazdasági növényeink tenyészidőszakának hossza közötti kapcsolat jellemzése a radiotermikus index segítségével

VARGA ZOLTÁN

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Több mint egy évtizedes párhuzamos fenológiai és meteorológiai adatok segítségével számszerűsítettük a hőmérséklet és sugárzás együttes hatását kifejező radiotermikus index és a fontosabb hazai gazdasági növényeink tenyészidőszakának hossza közötti kapcsolatot. Az index értékének 0,001-es növekedése (azaz 1–1,5 °C-os melegedés) következtében a vegetációs periódus átlagosan 1–2 héttel rövidül le. Az index felhasználható egy esetleges éghajlatváltozás hatásának előrejelzésére, s így segíthet az alkalmazkodásban.

Kulcsszavak: éghajlat, radiotermikus index, vegetációs periódus.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A növények fejlődése, s így tenyészidőszakuk hossza, alapvetően két tényezőcsoporttól függ: a genetikai adottságoktól és a környezeti hatásoktól. Az előbbinek tulajdonítható, hogy egy adott fajú és fajtájú növény egy adott területen az év egy nagyjából körülhatárolható időszakában fordul elő. A környezeti tényezők, s ezen belül is kiemelten a meteorológiai viszonyok változékonysága felelős a növények fejlődésében évről évre megnyilvánuló anomáliákért. Korábbi munkáinkban (Schmidt *et al.* 1996, Varga-Haszonits és Varga 1998, Varga *et al.* 2004, Varga-Haszonits *et al.* 2005, Varga-Haszonits *et al.* 2006) már több szempontból vizsgáltuk az éghajlat és a növényfejlődés kapcsolatát, s megállapítottuk, hogy hazánk éghajlati viszonyai között a termikus tényezők hatása jelentősebb a higrikus elemek befolyásánál.

Szintén ezek a vizsgálatok hívták fel a figyelmet a radiotermikus indexre, mely számos esetben szoros összefüggést mutatott a növények fenológiájával. Ezért célul tűztük ki, hogy átfogó elemzés formájában számszerűsítsuk a radiotermikus index alakulása és a fontosabb hazai termesztett növényeink tenyészidőszakának hossza közötti összefüggéseket. Kutatásunk jelentőségét aláhúzza, hogy az éghajlati rendszer esetleges megváltozásakor (pl. globális felmelegedés esetén) az index felhasználható a növények reagálásának előrejelzésére, s így segíthet az alkalmazkodásban.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink alapját az 1981–2000 közötti időszak változó hosszúságú, de legalább egy évtizedes fenológiai és meteorológiai adatsorai jelentették (részletesen lásd az *1. táblázat* 6–8. oszlopaiban), melyek forrása az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet és az Országos Meteorológiai Szolgálat. Az elemzéseket az alábbi hét szántóföldi növényfaj esetén végeztük el az ország három különböző meteorológiai adottságú területét (Dunántúl, Északkelet-Magyarország, Alföld) reprezentáló állomások – párhuzamosan gyűjtött – adatai alapján: őszi búza (*Triticum aestivum* L.), őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.), rozs (*Secale cereale* L.), kukorica (*Zea mays* L.), cukorrépa (*Beta vulgaris* L.), napraforgó (*Helianthus annuus* L.) és lucerna (*Medicago sativa* L.). E növények együttes vetésterülete 2005-ben (is) meghaladta a 3 millió hektárt (<http://faostat.fao.org>), azaz nagyjából a hazai szántóterületek kétharmadát e növények foglalják el. A még átfogóbb kép kialakítására törekedve hasonló összefüggés-vizsgálatokat végeztünk négy jelentős kertészeti növény – alma (*Malus domestica* L.), szőlő (*Vitis vinifera* L.), borsó (*Pisum sativum* L.), paradicsom (*Lycopersicon esculentum* L.) – esetén is. A vegetációs periódus elejét és végét jelentő fenológiai jelenségeket az egyes fajokra az *1. táblázat* 9. oszlopa tartalmazza.

A radiotermikus index két fontos termikus elem, a vegetációs periódus átlaghőmérséklete és az ugyanezen időszak alatt leérkező fotoszintetikus aktív sugárzás együttes hatását fejezi ki – a multikollinearitás elkerülése végett – index formájában, a kettő hányadosaként.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az *1. táblázat* 3–5. sorai őszi vetésű kalászos gabonáink esetén mutatják be a vegetációs időszak átlaghőmérséklete és sugárzásösszege hányadosaként adódó radiotermikus index és a tenészedőszak hossza közötti kapcsolat korrelációs indexeit (r értékeit). E növénycsoport esetén a radiotermikus index általában nem, vagy csak gyengébb szinten szignifikáns kapcsolatot mutat a növényfejlődéssel.

A táblázat 6–9. soraiban található adatok olyan (egynyári és évelő) növényekre vonatkoznak, melyek tenészedőszaka egy naptári éven belül, nyugalmi időszak közbeiktatása nélkül megy végbe. A radiotermikus index–fázishossz kapcsolat minden növény esetén és az ország egész területén $P = 0,1\%$ -os szinten szignifikáns. A hőmérséklet/sugárzás hányados általában 80%, sokszor 90% fölötti mértékben meghatározza a tenészedőszak hosszát. Ez azt sejteti, hogy az őszi vetésű növényeknél a – meteorológiai hatásokra kevésbé érzékeny – nyugalmi időszak beékelődése rontotta le az összefüggéseket.

Ezt látszanak alátámasztani a szintén egybefüggő tenészedőszakkal rendelkező kertészeti növények szintén magas r értékei is (*1. táblázat* 10–13. sorai). A determinációs együttható (r^2 érték) minden esetben 0,73 fölötti, s a radiotermikus index gyakran több mint 90%-ban meghatározza a vizsgált gyümölcs- és zöldségnövények tenészedőszakának hosszát!

1. táblázat A radiotermikus index és a növények tenyészidőszaka közötti (másodfokú) összefüggés r értékei

Table 1. The r values of relationship between radiothermal index and the length of crops' growing season

- (1) plant species, (2) r values, (3–5) p arts of Hungary, (6) period under survey, (7) beginning and the end of growing season, (8) effect of change, (9) wintering plants, (10) annual plants, (11) perennial plants, (12) horticultural plants (13) winter wheat, (14) winter barley, (15) rye, (16) maize, (17) sugar beet, (18) sunflower, (19) alfalfa, (20) apple, (21) grape, (22) pea, (23) tomato

	Növényfaj (1)	r értékek (2)		Vizsgált időszak (6)			Vegetációs periódus (7)	Változás üteme* (8)		
		Dunántúl (3)	ÉK-Mo. (4)	Alföld (5)	Dunántúl	ÉK-Mo.		Alföld	mini- mum	maxi- mum
Őszi vetésű (9)	Őszi búza (13)	0,692	0,340	0,511	1983–97	1983–94	1983–99	vetés–teljes érés	5	10
	Őszi árpa (14)	0,561	0,741	0,520	1983–97	1983–94	1983–99	vetés–teljes érés	6	11
	Rozs (15)	0,538	0,627	0,555	1983–93	1983–95	1984–99	vetés–teljes érés	11	18
Egynyári (10)	Kukorica (16)	0,955	0,974	0,934	1966–85	1966–85	1966–85	vetés–érés	9	15
	Cukorrépa (17)	0,934	0,865	0,857	1983–97	1983–94	1983–99	vetés–betakarítás	13	17
Évelő (11)	Napraforgó (18)	0,917	0,942	0,938	1983–92	1983–95	1985–97	vetés–érés	7	15
	Lucerna (19)	0,951	0,969	0,970	1983–94	1983–94	1983–99	első sarjadzás–utolsó kaszálás	10	14
Kertészeti (12)	Alma (20)	0,858	0,857	0,906	1983–95	1983–95	1983–95	rügyattanás–szedés	12	15
	Szőlő (21)	0,896	0,990	0,955	1983–97	1984–97	1984–99	fakadás–érés	8	11
	Borsó (22)	0,924	0,980	0,951	1983–95	1983–97	1987–99	vetés–érés	4	6
	Paradicsom (23)	0,863	0,978	0,969	1983–95	1983–97	1983–99	kiültetés–utolsó szedés	6	9

* A radiotermikus index értékének 0,001-es növekedésekor átlagosan bekövetkező tenyészidőszak rövidülése a különböző állomásokon (nap)

* Shortening of growing season caused by increasing of radiothermal index value by 0,001 (days)

A növénycsoportok szerinti különbségek éppen úgy észlelhetők a sugárzásban gazdagabb, melegebb alföldi területeken, mint a hűvösebb, energiával rosszabbul ellátott dunántúli, illetve északkeleti megyékben.

A kukorica esetében az összefüggés-vizsgálatokhoz két évtizeddel korábbi adatsorokat használtunk (1. táblázat 6. sora), s az így kapott korrelációs index értékek nem lógnak ki a sorból (ezenkívül jó egyezést mutatnak a későbbi időszak adatai alapján kukoricára elvégzett vizsgálatok szintén 0,9 fölötti r értékeivel). Ez arra utal, hogy a fentiekben vázolt tendenciák hazánkban nemcsak földrajzi területtől, de időtől függetlenül is általánosan érvényesnek tekinthetők.

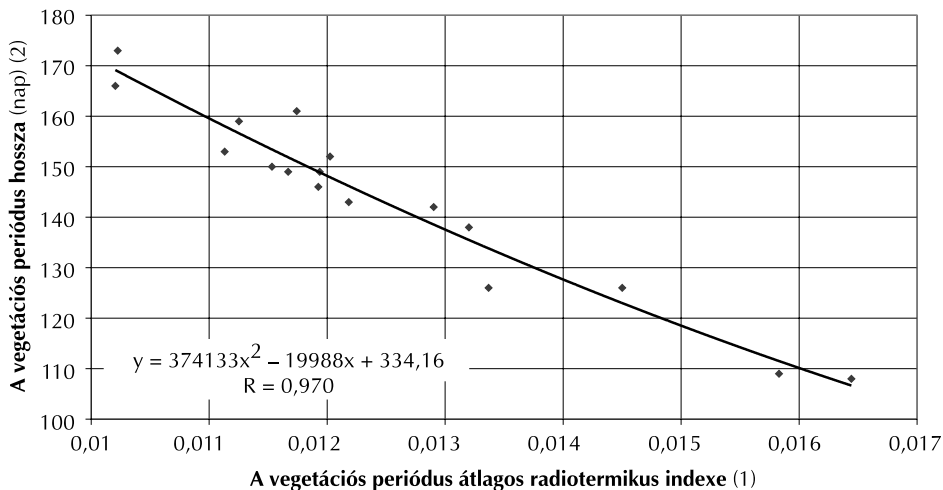
A kapott, erősen szignifikáns összefüggések alapján (1. és 2. ábrák) az is számszerűsíthető, hogy a radiotermikus index egységnyi megváltozása hogyan befolyásolja egy adott területen egy termesztett növény vegetációs periódusának hosszát. Az ilyen jellegű eredményeinket az 1. táblázat utolsó két oszlopa foglalja össze. Látható, hogy az index értékének 0,001-es növekedése (azaz az egységnyi leérkező sugárzásra jutó hőmérséklet mennyiség növekedése) következtében a tenyészidőszak átlagosan 1–2 héttel rövidül le, illetve az index 0,001-es csökkenése hasonló mértékben tolja ki a vegetációs időszak végét.

Bár az összefüggések gyakran közel lineárisak (lásd az ábrákat), de az egységnyi radiotermikus index változásra eső fázishossz változás – a növény genotípusa és a terület földrajzi elhelyezkedése mellett – attól is függhet, hogy az index értéke az alacsonyabb vagy magasabb tartományban található-e. Ahol ilyen tekintetben különbségek észlelhetők, általában az alacsony értékek megváltozása vált ki jelentősebb tenyészidőszak-hossz változást.

1. ábra A radiotermikus index és a lucerna tenyészidőszakának hossza közötti összefüggés Csongrád megyében (1983–99)

Figure 1. Relationship between radiothermal index and the length of alfalfa's growing season in County Csongrád (1983–99)

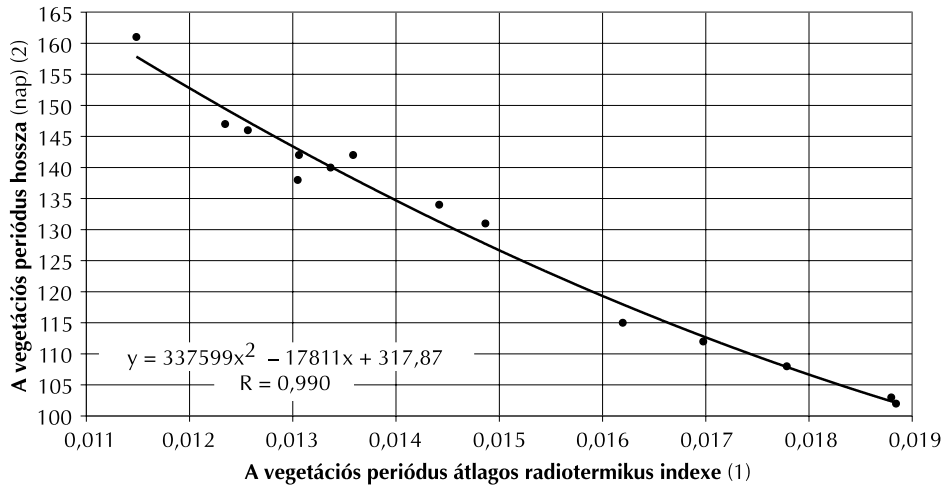
(1) average radiothermal index of growing season, (2) the length of growing season (days)



2. ábra A radiotermikus index és a szőlő tenyészidőszakának hossza közötti összefüggés Heves megyében (1984–97)

Figure 2. Relationship between radiothermal index and the length of alfalfa's growing season in County Heves (1984–97)

(1) average radiothermal index of growing season, (2) the length of growing season (days)



Az éghajlati rendszer egyetlen állandó sajátossága a változékonyság. Napjaink egyik fontos vizsgálandó környezeti problémája egy esetlegesen bekövetkező – a változékonyságon már túlmutató – éghajlatváltozás lehetősége, s annak várható következményei. A kidolgozott scenáriók többsége azt sugallja, hogy egy felmelegedési folyamat a beérkező sugárzás számottevő változása nélkül játszódna le. Ez a radiotermikus index értékének növekedését vonná maga után – a vizsgált fajok esetén az index 0,001-es növekedését nagyjából 1–1,5 °C-os melegedés váltaná ki. Ezért a radiotermikus index segítségével vizsgálhatóvá válik egy esetleges felmelegedés hatása fontos gazdasági növényeink tenyészidőszakának hosszára, s ezáltal termesztési feltételeinek megváltozására. A hőmérséklet-emelkedés hatása a tényleges vegetációs időszak lerövidülésén kívül abban is megnyilvánul, hogy a növény bázishőmérséklete fölötti, hőmérsékleti szempontból kedvező hatású időszak hosszabbá válik; a növények korábban vethetők és később takaríthatók be, s hosszabb tenyészidejű fajtákat, hibrideket lehet termesztetni. E két hatás együttesen javítaná a hazai növénytermesztés helyzetét, ugyanakkor nem szabad elfeledkezni arról sem, hogy a meteorológiai rendszer megváltozása mindig komplex módon jelentkezik, s más változások (vízgazdálkodási helyzet romlása, szélsőségek gyakoribb előfordulása) hatása kedvezőtlen lehet. Végezetül ismételten felhívjuk a figyelmet arra, hogy a radiotermikus index alkalmazhatósága az őszi vetésű növényeknél még fejlesztésre szorul. Ennek egy lehetséges iránya, ha a tenyészidőszaknak csak az aktív részét hozzuk kapcsolatba az indexszel, azáltal, hogy a bázishőmérséklet alatti (téli) nyugalmi időszakot figyelmen kívül hagyjuk. Ugyanakkor az így kapott vegetációs periódus csak egy része annak az időszaknak, amíg a növény az adott területen ténylegesen megtalálható.

Characterizing relationship between climatic variability and length of our main crops' growing season by the help of radiothermal index

ZOLTÁN VARGA

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Relationship between radiothermal index (including effects of both temperature and radiation) and length of our main crops' growing season was analyzed on the basis of several year long meteorological and phenological data-series. Increasing of index value by 0,001 (due to 1–1,5 °C warming) made the length of growing season with 1–2 weeks shorter in average. Radiothermal index also can be used for forecasting the effects of a possible climate change and that helps to make agricultural production adaptable.

Keywords: climate, radiothermal index, growing season.

IRODALOM

<http://faostat.fao.org>

Schmidt R. – Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Buruczky F. (1996): Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) fejlődése és a meteorológiai tényezők közötti kapcsolat. *Acta Agronomica Óváriensis* **38**, (1–2) 1–21.

Varga Z. – Varga-Haszonits Z. – Lantos Zs. (2004): Az éghajlati változékonyság és a kukorica tenyészidőszakának hossza. *Növénytermelés*. **53**, (1) 11–22.

Varga-Haszonits Z. – Varga Z. (1998): A meteorológiai tényezők hatása a kukorica fenofázisainak tartamára. *Növénytermelés* **47**, (5) 503–512.

Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Enzsölné Gerencsér E. (2005): Az éghajlatingadozás hatása a vegetációs periódusra. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (2) 3–20.

Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Enzsölné Gerencsér E. (2006): Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. Monográfia. Monocopy, Mosonmagyaróvár.

A szerző levélcíme – Address of the author:

VARGA Zoltán
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Matematika–Fizika Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: varzol@mtk.nyme.hu