joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 15

A klímaváltozás növénytermesztésre gyakorolt hatásai az Északnyugati régióban

SZŐCS EMESE – BÍRÓ BOROKA

A klímaváltozás tudományosan bizonyított jelenség, melynek megakadályozására a felsőbb döntéshozói szinteken világszerte egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek. Ennek oka abban keresendő, hogy a klímaváltozás hatásai egyre nyilvánvalóbbakká válnak, és a mindennapjainkban, illetve a gazdaság majdnem minden területén fokozottan jelentkeznek. A mezőgazdaság tekinthető az egyik legérintettebb gazdasági szektornak (Cuculeanu 2003), és egy olyan országban, mint Románia, ahol az összes GDP 10 százaléka innen származik, illetve a foglalkoztatott lakosság 30 százaléka dolgozik a primer szektorban, a klímaváltozásnak komoly gazdasági következményei lehetnek.

Jelen dolgozat célja a klímaváltozás mezőgazdaságra gyakorolt hatásának vizsgálata az Északnyugati régióban, a növénytermesztést illetően. Ökonometriai modellek segítségével előre jelezzük az Északnyugati régióban legfontosabbnak vélt termények – búza, kukorica, árpa és sörárpa, burgonya, napraforgó és lucerna – átlagtermését 2030-ig különböző meteorológiai paraméterek függvényében, és ezt összevetve a jelenlegi értékekkel, látni fogjuk, hogy a régió növénytermesztésében milyen változások várhatóak.

A dolgozat a CLAVIER „Climate Change and Variability: Impact on Central and Eastern Europe”[1] címet viselő, az Európai Bizottság 6. Kutatási Keretprogramja által finanszírozott kutatási projekt részeredményeit tartalmazza.

1. A felhasznált módszertan, valamint az adatforrások ismertetése

Regresszióanalízis

A mezőgazdasági termelékenységet sok tényező befolyásolja egyazon időben, a klímán kívül a genetika, agrotechnika, és általában az adaptációs képesség (Harnos 2005).

Az Északnyugati régió legfontosabb növényeinek termés-előrejelzésében a klimatikus tényezőket fogjuk használni, melyek közül a legfontosabbak: a havi átlaghőmérséklet, havi csapadékösszeg, illetve havi relatív páratartalom.

Két szcenáriót állítunk fel: egy ún. *alapszcenáriót*, valamint egy *klíma-szcenáriót*. Az *alapszcenárió* azt feltételezi, hogy az átlagtermések csak egy trend változó függvényei:

$$Y_{trend\ i} = a_0 + a_1 * trend_i + e_i\ , \qquad (1)$$

ahol:

Y függő változó – az illető termény átlagtermése;

[1] Magyarul: Klímaváltozás és Változékonyság: Hatások Közép- és Kelet-Európára.

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 16

Trend: független változó – a trend változó (értéke 1. megfigyelésre esetén 1, a 2.-ra 2 és így tovább) lineáris, logaritmikus vagy reciprok formája, az illeszkedés jóságától függően;

a_0: konstans tag;

a_1: a trend változó koefficiense;

i: időlépték (év);

e: maradéktag.

A becslések a legkisebb négyzetek módszerével történnek, modellenként az illeszkedés jóságát vizsgálva a korrigált R^2 értékét figyelembe véve.

A *klíma-szcenárió* azt feltételezi, hogy az éves átlagtermések megfigyelt értékeinek trendtől való eltérése a meteorológiai paraméterek függvénye:

$$Eltérés_i = Ymegfigyelt_i - Y_{trend\ i}\,. \qquad (2)$$

A következő lépésben az éves becsült eltéréseket magyarázzuk a különböző meteorológiai paraméterek függvényében (Gobiet 2008):

$$Eltérés_i = b_0 + \sum_{k=1}^{m} b_k X_{ki} + u_i\ , \qquad (3)$$

ahol:

Eltérés: az eltérésváltozó becsült értéke a (2) egyenlet által;

X_k: meteorológiai paraméter (változik terményenként);

b_0: konstans;

b_k: X_k koefficiense;

m: független változók száma;

u: maradéktag.

A becsült átlagterméseket a jövő periódusra az (1) és (3) egyenletek által számított értékek összegeként határozzuk meg:

$$Y'sce_i = Y'_{trend\ i} + Eltérés'_i\,, \qquad (4)$$

ahol:

Y'sce: a klímaszcenárió által becsült átlagtermés;

Y'_{trend}: az alapszcenárió által becsült átlagtermés;

Eltérés': a (3) egyenlet által becsült eltérés.

Az adatok forrása

Megyei szintű éves terményadatok álltak rendelkezésünkre 1975-tel kezdődően, egy szakadással az 1986–1988-as periódusban. Az adatok forrása a Romániai Statisztikai Évkönyvek az 1976–2001-es évekre. A regionális átlagtermések az Északnyugati régió három megyéjének – Bihar, Kolozs és Szatmár – adatainak az algebrai

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 17

átlagaként voltak megbecsülve. A hiányzó évekre ugyancsak számtani átlagok számolásával becsültünk terményadatokat: 1986 az 1975–1985-ös periódus átlaga, 1988 az 1989–2000 időszak átlaga, 1987 az 1986-os és 1988-as évek átlaga.

A felhasznált meteorológiai paraméterek két klímamodell eredményei: a múltbeli periódusra, 1975–2000-re a STAT-CLIMATE-ECA-REMO57 ERA 40 (1961–2000) adatbázist, a jövőbeli becslésekhez a STAT-CLIMATE-ECA-REMO57 A1B (1951–2050) adatbázist használtuk. Mindkettőt a grazi Wegener Centertől kaptuk a Clavier projekt keretén belül. A klímaparaméterek ugyancsak megyei szinten álltak rendelkezésünkre, és a régiós átlagokat a terményadatokhoz hasonlóan becsültük.

2. Az Északnyugati régió mezőgazdasági termelésének struktúrájáról röviden

Az Északnyugati régióban a teljes mezőgazdasági termelés körülbelül 60 százaléka növénytermesztésből származik. A búza, kukorica, árpa, burgonya, napraforgó és lucerna számítanak a legfontosabb terményeknek, mivel ezeket a régió összes szántóföldjének több mint 77 százalékán termesztik. Így bármely változás, amely ezen növények termelésében bekövetkezik, nagy hatással lehet a régió mezőgazdasági szektorának a termelésére.

Az 1. táblázat tartalmazza a temények átlagtermését, illetve a régió összes szántóföldjén 2005-ben elfoglalt arányát. Látható, hogy a kukorica- és búzatermesztés a legjellemzőbb a régióban, ezeket követi a napraforgó, burgonya, árpa és a lucerna.

1. táblázat. A kiválasztott termények szerepe az Északnyugati régió növénytermesztésében 2005-ben

Termény	Átlagtermés (t/ha) – 2005	Az Északnyugati régió teljes szántóföldjében elfoglalt aránya 2005-ben (%)
Búza	3,27	21,8
Kukorica	4,38	30,1
Árpa	2,56	6,4
Burgonya	13,38	6,9
Lucerna	18,54	4,2
Napraforgó	1,61	7,8
	Összesen	77,4

Forrás: INS[2] honlapja– Tempo Online Time Series, saját szerkesztés

3. A legfontosabb termények alakulásának ökonometriai modelljei

A paraméterek nem azonos jelentőséggel bírnak minden termény esetén, ezért a modellek becslésénél csak azon hónapok értékeit vettük be a függő változók közé,

[2] Röv. Institutul Național de Statistică – www.insse.ro.

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 18

amelyek az illető termény vegetációs periódusába tartoznak. Az alábbi táblázat tartalmazza a különböző termények termesztése szempontjából fontos időszakokat:

2. táblázat. Növénytermesztés szempontjából fontos periódusok

Termény	Optimális vetési idő	Optimális betakarítási idő
Őszi búza	szeptember 20–október 20.	július 15–20.
Kukorica	április 15–május 10.	szeptember–október
Őszi árpa	szeptember 10–október 1.	június 29–július 10.
Burgonya	március 5–20.	júniustól
Napraforgó	március	szeptember
Lucerna	március	1. május vége, június eleje 2. augusztus vége – szeptember eleje

Forrás: helyi szakemberek, Erdélyi 2007; Gaál 2007.

A terményadatok és meteorológiai paraméterek közötti statisztikai kapcsolatot többváltozós regresszió segítségével határoztuk meg minden terményre külön-külön a Stata program segítségével. A 3. táblázat a regresszióanalízisben felhasznált meteorológiai paraméterek nevét és mértékegységét tartalmazza.

3. táblázat. A terményalakulás szempontjából fontos meteorológiai paraméterek

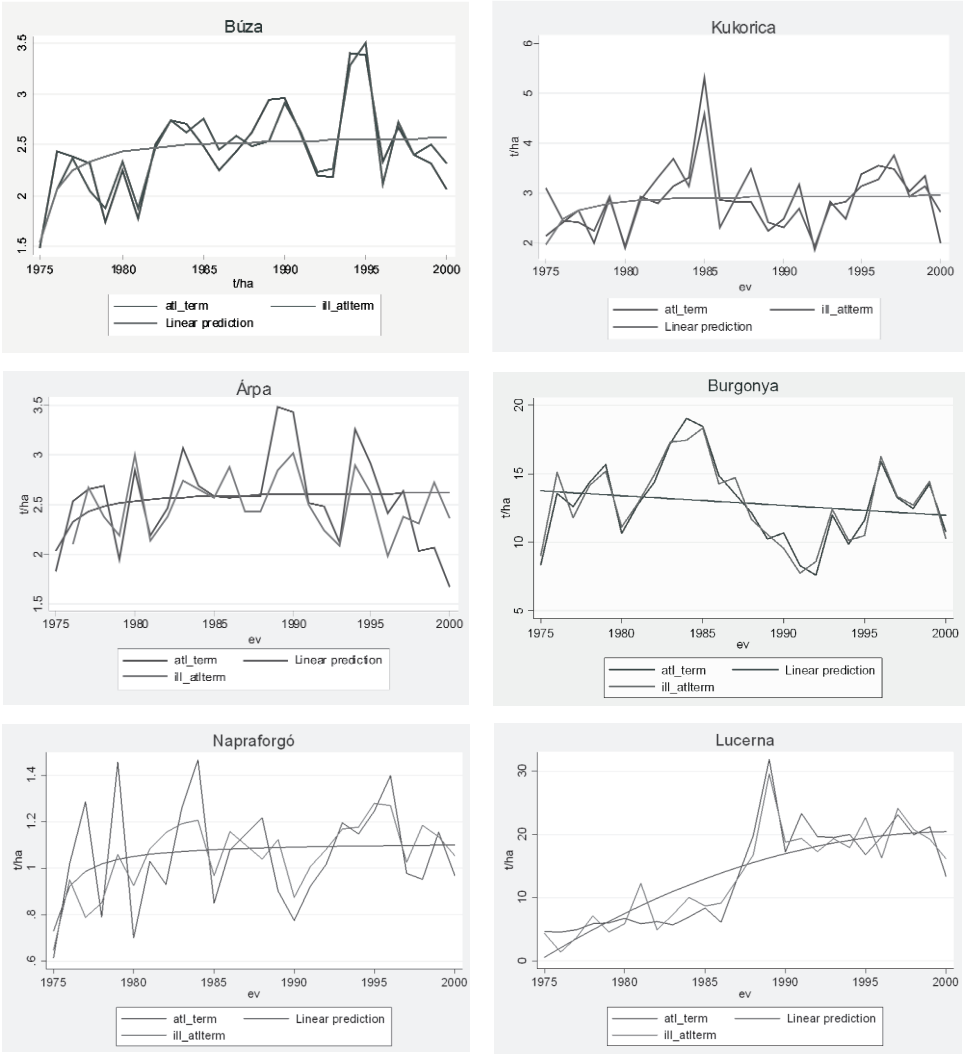
Meteorológiai parméterek	Mértékegység
Havi átlagos levegőhőmérséklet (2m)	Celsius fok
Havi csapadékösszeg	mm
Havi páratartalom	%

A regresszióanalízis az 1975–2000-es periódus adatain alapszik, az előrejelzések a 2001 és 2030 közötti periódusra vonatkoznak. Becsléseink a legkisebb négyzetek módszerével történtek, a független változók esetén a legmagasabb elfogadott szignifikanciaszint 10% volt. A modellek minőségére a korrigált R^2, valamint az F statisztika értékeit használtuk. Heteroszkedaszticitás, autokorreláció és multikollinearitás jelenlétét teszteltük, és szükség esetén kiküszöböltük.

Az alábbi vonaldiagramok az 1975–2000-es periódusra tartalmazzák a termények megfigyelt értékeit, valamint a modellek által illesztett értékeket a két szcenárió esetén[3].

[3] Linear prediction – az alapszcenárió által illesztett értékek.

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 19



1. ábra. Átlagtermések – megfigyelt és illesztett értékek az 1975–2000 periódusra

* Megj. A grafikonokon az *atl_term* a megfigyelt értékeket, az *ill_atlterm* a modell által illesztett értékeket, a *Linear prediction* a modell által illesztett trendet jelöli.

Forrás: saját szerkesztés

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 20

4. A változók fontossága és várható alakulása a 2000–2030-as időszakban

A növénytermesztés szempontjából legfontosabb meteorológiai paraméterek – hőmérséklet, csapadék, relatív páratartalom – alakulása a vegetációs időszakokban az ökonometriai modellek eredményeit figyelembe véve, különböző fontossággal bír a vizsgált növények fejlődésében. Néhány esetben egy bizonyos meteorológiai paraméter változása akár ellentétes hatással is rendelkezhet a különböző termények alakulására. Tipikus példa erre a kukorica és a búza esete.

Hőmérséklet

A 4. táblázat tartalmazza a 2000–2030 között várható átlagos havi hőmérséklet trendjének irányát – a „+” növekvést, a „-” csökkenést jelent –, valamint ennek hatását, az ökonometriai modellek által becsült eredményekre vonatkoztatva, az átlagtermések alakulására. Az üresen hagyott mezők arra utalnak, hogy az illető hónap hőmérsékletének nincs legalább 10%-on szignifikáns hatása a terményalakulásra.

4. táblázat. A várható hőmérséklet változásának hatása a termények alakulására a 2001–2030-as periódusban

	Trend	Búza	Kukorica	Árpa	Burgonya	Napraforgó	Lucerna
Március	Közel 0 meredekség						
Április	+	-					
Május	+	-	+		+		
Június	+	-		-			+
Július	-	-			+		-
Augusztus	+		+		+		
Szeptember	+				+	+	

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatban megfigyelhető, hogy a modellek alapján fontossá vált hónapok hőmérsékletének növekedése a búza átlagtermését csökkenteni, míg a kukoricáét és a burgonyáét növelni fogja. Július az egyetlen hónap, amelyben hőmérséklet-csökkenés várható, a többiek esetén növekvő vagy közel 0 meredekségi trend lesz jellemző.

Búza esetén fontossá vált a tavaszi hónapok hőmérséklete, de negatív előjellel, ami azt jelenti, hogy a növekvő hőmérséklet csökkenteni fogja az átlagtermést. A burgonyánál a nyári hónapok fontosak, és minél melegebbek, annál kedvezőbb feltételeket biztosítanak a termelés számára.

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 21

Csapadék

Az 5. táblázat tartalmazza a havi csapadékösszegek várható alakulását a 2001–2030-as periódusra. Észrevehető, hogy június kivételével a többi hónap esetén csapadékcsökkenés várható. A kukoricatermesztés szempontjából ez termésnövekedést vált ki, ugyanez elmondható az árpára és napraforgóra is. Burgonya esetén a május és az augusztus csapadékcsökkenése pozitívan fog hatni, míg a júniusi növekedés negatívan. A lucerna viszont a két betakarítás – május és augusztus, szeptember – előtti csapadékcsökkenést hiányolni fogja.

5. táblázat. A várható csapadékváltozás hatása a termények alakulására a 2001–2030-as periódusban

	Trend	Búza	Kukorica	Árpa	Burgonya	Napraforgó	Lucerna
Március	-						+
Április	-					+	
Május	-		+	+	+		-
Június	+		+		-		
Augusztus	-		+		+		-
Szeptember	-	-					

Forrás: saját szerkesztés

Relatív páratartalom

A relatív páratartalom változása általában pozitívan fogja befolyásolni a kiválasztott termények alakulását. Az áprilisban várható csökkenés a búza, kukorica és burgonya termelését pozitív irányba, míg a lucernáét negatív irányba fordítja. A nyári hónapokban várható emelkedés általában kedvezően fog hatni a kukoricára és a burgonyára.

6. táblázat. A várható relatív páratartalom változásának hatása a termények alakulására a 2001–2030-as periódusban

	Trend	Búza	Kukorica	Árpa	Burgonya	Lucerna
Március	+					
Április	-	+	+		+	-
Május	Közel 0 meredekség					
Június	+		+		+	
Július	+	+			-	
Augusztus	+		+		+	
Szeptember	+				+	
Október	-			+		

Forrás: saját szerkesztés

joforum87 2009. 06. 28. 12:36 Page 22

A havi átlagos hőmérséklet, csapadékösszeg, illetve relatív páratartalom alakulását a 2001–2030-as periódusra a függelék grafikonjai tartalmazzák.

5. Az Északnyugati régió növénytermesztésében várható változások

A két szcenárió alapján becsült átlagtermések jelentős eltéréseket mutatnak, más szóval a változó klimatikus tényezők nagymértékben befolyásolják az átlagtermések trendtől való eltérését.

A klímamodellek által előállított meteorológiai tényezők esetén célszerű egy legalább 10 éves periódus átlagát figyelembe venni, ha átlagtermés-előrejelzést készítünk. Ezért, ha 2025-re akarjuk előre jelezni a növénytermesztésben bekövetkező változásokat, az átlagtermésekben bekövetkező változásokra alapozva, célszerű a 2020–2030-as periódus átlagát venni.

A 2. ábrán láthatóak az alapszcenárió és a klímaszcenárió alapján becsült átlagtermések a 2000–2030-as periódusban.

Bázisévnek tekintve a 2005-ös évet, az előrejelzéseinket a 2025-ös évre vonatkoztatva a következő változásokat figyelhetjük meg (7. táblázat):

Az alapszcenárió szerint jelentős csökkenés várható a búza, kukorica, burgonya és napraforgó esetén, míg az árpa átlagtermése kis csökkenést, a lucernáé jelentős növekedést mutat.

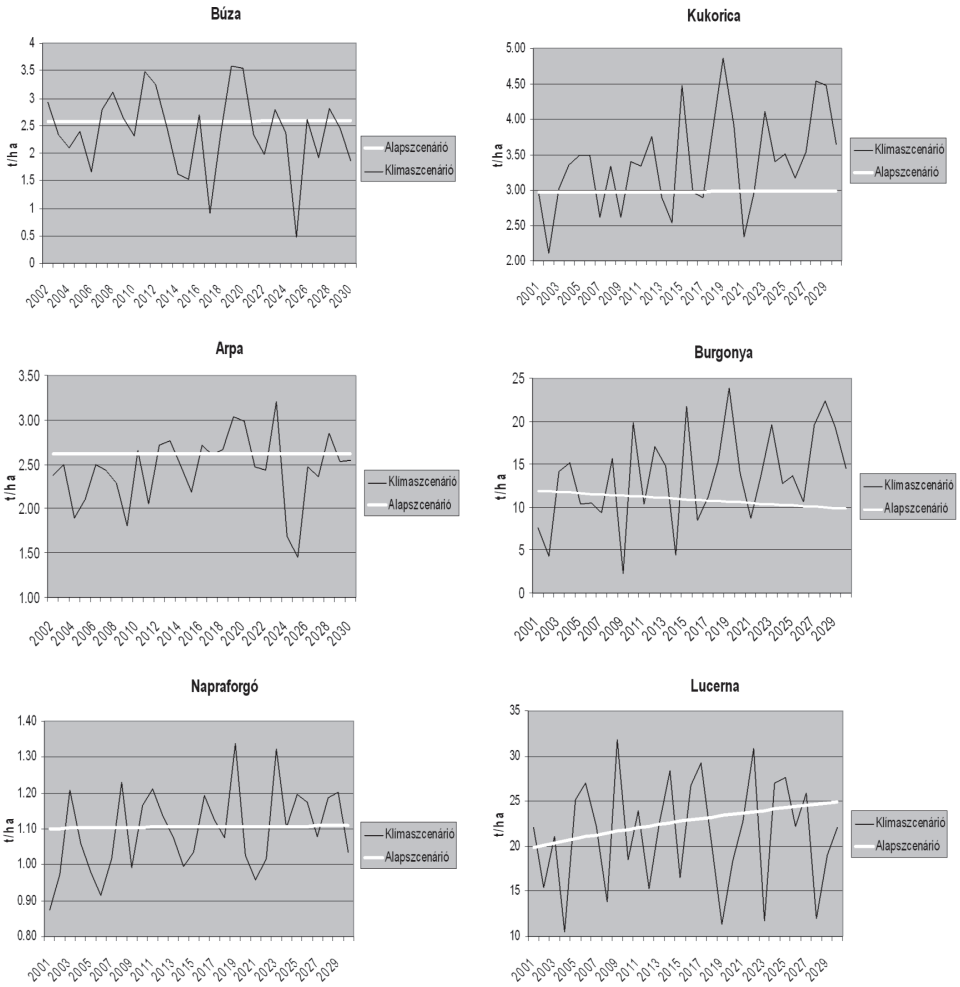
A klímaszcenárió az alapszcenárióhoz viszonyítva pesszimistább előrejelzésekhez vezet búza, árpa és lucerna esetén, míg a kukorica, burgonya és napraforgó esetén terménynövekedést jelez. A 2005-ös évhez viszonyítva a burgonya és a lucerna esetén átlagtermés-növekedés várható.

7. táblázat. Növénytermesztésben bekövetkező változások 2025-ben az Északnyugati régióban 2005-höz viszonyítva

		Búza	Kukorica	Árpa	Burgonya	Lucerna	Napraforgó
Alapszcenárió	Átlagtermés (t/ha)	2,58	2,98	2,62	10,19	24,23	1,10
	I átlagtermés 2025/2005 (%)	-20,94	-31,96	2,44	-23,82	30,64	-31,28
Klímaszcenárió	Átlagtermés (t/ha)	2,28	3,60	2,45	15,34	21,74	1,12
	I átlagtermés 2025/2005 (%)	-30,07	-17,79	-4,13	14,68	17,25	-30,63
	I klímaszcenárió / alapszcenárió (%)	-11,55	20,82	-6,41	50,53	-10,25	0,94

Forrás: saját számítások az *INS: Tempo Online Time Series,* valamint a modelleredmények alapján

joforum87 2009. 06. 28. 12:37 Page 23



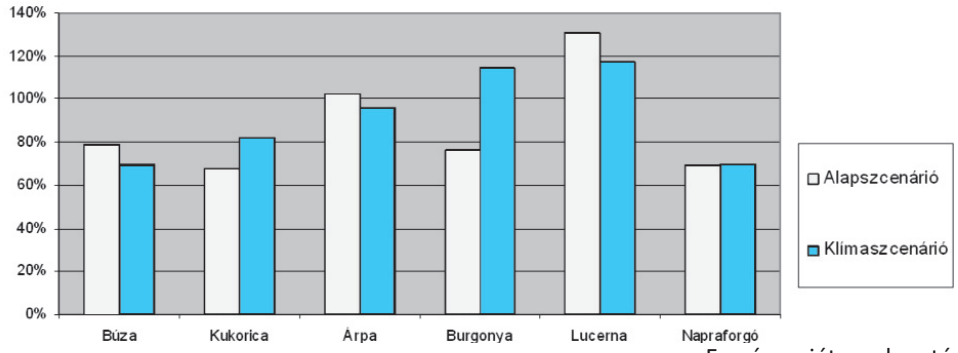
Forrás: saját szerkesztés

2. ábra. Átlagtermés-előrejelzések a 2001–2030-as periódusra (alapszcenárió és klímaszcenárió)

A 3. ábra az alapszcenárió és a klímaszcenárió alapján az átlagtermésekben bekövetkező változásokat szemlélteti. A 7. táblázat adataival kiegészítve jól látható, hogy a búza, kukorica és a napraforgó esetén mindkét szcenárió csökkenést jósol 2025-ben 2005-höz képest. Az árpa esetén az alapszcenárió optimista, a klímaszcenárió viszont pesszimista. A burgonya esetén pontosan fordított a helyzet. A lucerna az egyetlen, amely mindkét esetben terménynövekedést mutat.

joforum87 2009. 06. 28. 12:37 Page 24

Megfigyelhető tehát, hogy az egyes termények ellentétes módon reagálnak a változó klímaállapotra. Míg a búza, árpa és lucerna megszenvedi a klímaváltozást, a kukorica, a burgonya és a napraforgó esetén 2025-re termésnövekedés jelenik meg.



Forrás: saját szerkesztés

3. ábra. Az átlagtermések alakulásában bekövetkező változások 2025-ben 2005-höz viszonyítva

Következtetések

A klímaváltozás elkerülhetetlen jelenség, és általa a növénytermesztéshez szükséges alapfeltételekben – mint hőmérséklet, csapadék, páratartalom – változások következnek be. Ezáltal megváltoznak az átlagtermések, így a növénytermesztési szektor össztermelésében is észrevehető változások jelennek meg. A klímaváltozás nem azonos mértékben sújtja a terményeket. Míg egyesek közülük pozitívan, ezzel egy időben mások negatívan viszonyulhatnak a megváltozott körülményekhez. Az Északnyugati régióban azonban a két legfontosabb termény, a búza és kukorica átlagtermésében az előrejelzett klímaváltozás révén csökkenő tendencia fog megjelenni két évtized múlva. Ehhez a régió mezőgazdasági szektorának valamiképpen alkalmazkodnia kell. Sokféle alkalmazkodási stratégia ismert, egyik közülük a terménystruktúrában való változtatás. A vizsgálataink eredményeképpen a burgonya és lucerna termelésében várható növekedés, ezen termények arányának növelése valószínűleg segíthetne a növénytermesztési szektor klímaváltozás okozta veszteségeinek a csökkentésében.

Kulcsszavak: klímaváltozás, hatások, növénytermesztés, Északnyugati régió, ökonometriai model

joforum87 2009. 06. 28. 12:37 Page 25

Irodalomjegyzék

Cuculeanu Vasile 2003. *Impactul potențial al schimbării climei în România*. Editura ARS DOCENDI, Bukarest.

Erdélyi Éva 2007. *A klímaváltozás hatása az őszi búza fejlődési szakaszaira*. Klíma – 21 Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok, 51. szám, 57–70.

Gaál Márta 2007. *A kukoricatermelés feltételeinek várható változása a B2 szcenárió alapján*, Klíma – 21 Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok, 51. szám, 48–56.

Gobiet Andreas 2008. *Climate change in Central and Eastern Europe: an overview and first results of the Clavier project*, konferenciai bemutató Climate Change III in South-Eastern European Countries: Causes, Impacts, Solutions, szeptember18-19, Graz, Ausztria.

Harnos Zsolt 2005. *A klímaváltozás növénytermelési hatásai*, "Agro – 21" Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok, 38. szám, 45–54.

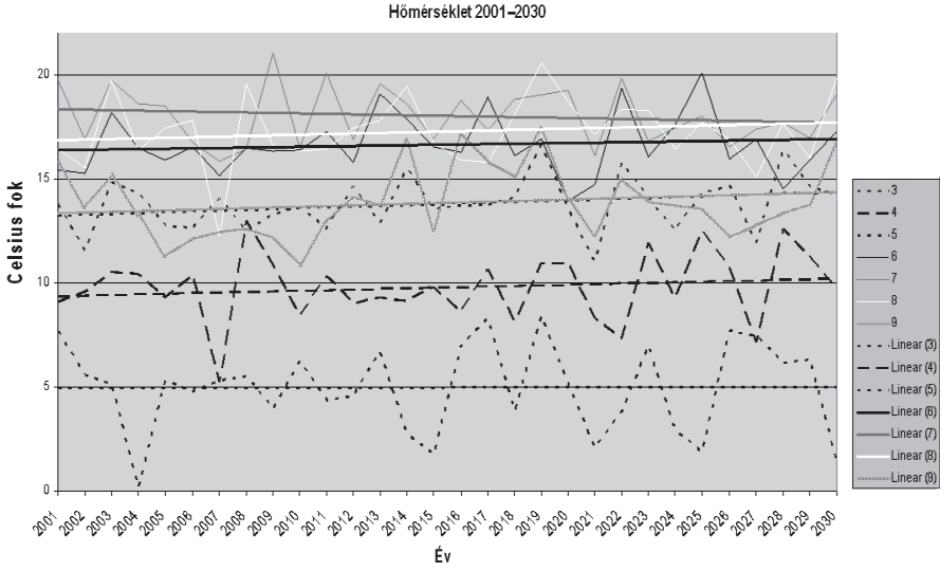
***INS, Anuarul Statistic al României, 1976 – 2005

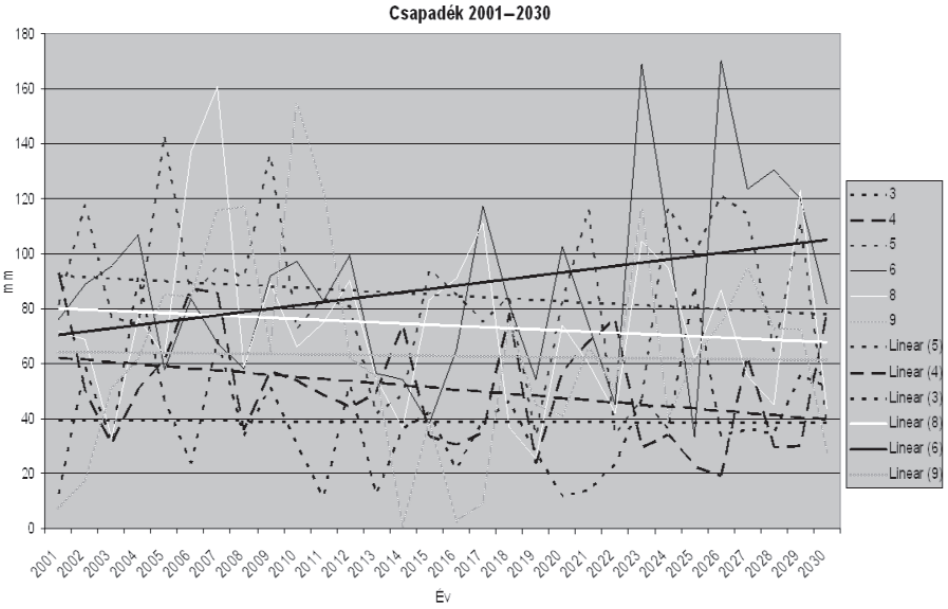
***INS, Tempo Online Time Series, www.insse.ro

joforum87 2009. 06. 28. 12:37 Page 26

Függelék

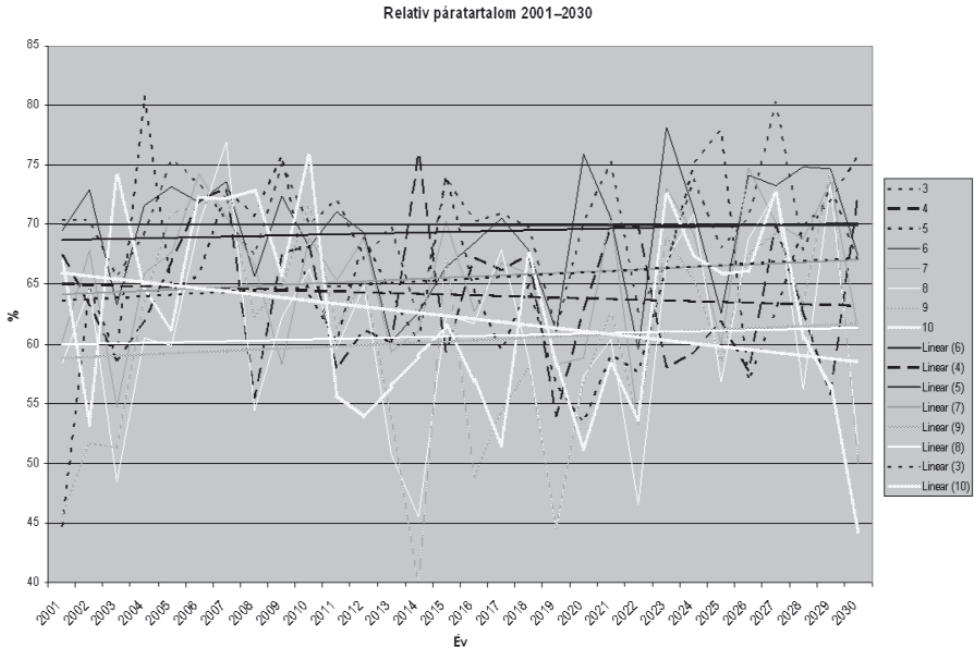
1. A meteorológiai paraméterek várható alakulása és lineáris trendje a 2001 – 2030-as periódusban[4]





[4] Saját szerkesztés, az adatok forrása a STAT-CLIMATE-ECA-REMO57 A1B (1951 – 2050) adatbázis. A grafikonokon szereplő számok a hónapok számát jelölik.

joforum87 2009. 06. 28. 12:37 Page 27



joforum87 2009. 06. 28. 12:37 Page 28