

# **Szőcs Emese – Bíró Boróka: A klímaváltozás növénytermesztésre gyakorolt hatásai az Északnyugati régióban**

## **Bevezető**

A klímaváltozás tudományosan bizonyított jelenség, melynek megakadályozására világszerte a felsőbb döntéshozói szinteken egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek. Ennek oka abban keresendő, hogy a klímaváltozás hatásai egyre nyilvánvalóbbakká válnak, és mind a mindennapjainkban, mind pedig 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 primér szektorban, a klímaváltozásnak komoly gazdasági következményei lehetnek.

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

A dolgozat a CLAVIER “Climate Change and Variability: Impact on Central and Eastern Europe”<sup>1</sup> 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).

---

<sup>1</sup> Magyarul *Klímaváltozás és Változékonyság: Hatások Közép- és Kelet-Európára*

Mi 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 scenáriót állítunk fel: egy ún. *alapszenáriót*, valamint egy *klíma-szenáriót*. Az *alapszenárió* azt feltételezi, hogy az átlagtermések csak egy trend változó függvényei:

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

Ahol:

$Y$  függő változó – az illető termény átlagtermése

$trend$ : 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 *klíma-szenárió* azt feltételezi, hogy az éves átlagtermések megfigyelt értékeinek trendtől való eltérése a meteorológiai paraméterek függvénye.

$$Eltérés_i = Y_{megfigyelt\ i} - Y_{trend\ i} \quad (2)$$

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

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

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

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

$$Y'_{sce\ i} = Y'_{trend\ i} + \text{Eltérés}'_i \quad (4)$$

Ahol:

$Y'_{sce}$ : a klímaszcenárió által becsült átlagtermés

$Y'_{trend}$ : az alapszcenárió által becsült átlagtermés (a jövőre a vizsgált periódusával azonos trendet feltételezve)

$\text{Eltérés}'$ : 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 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 – 1986 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 klímparaméterek 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 termények 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<sup>2</sup> honlapja– Tempo Online Time Series, saját szerkesztés

## 3. A legfontosabb termények alakulásának ökonometria modellei

A paraméterek nem azonos jelentőséggel bírnak minden termény esetén, ezért a modellek becslésénél csak azon hónapok értékeit vettük be a függő változók közé, amelyek az illető termény vegetációs periódusába tartoznak. Az alábbi táblázat tartalmazza a különböző termények termesztése szempontjából fontos időszakokat:

<sup>2</sup> rövid. Institutul Național de Statistică – www.insse.ro

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. - május10.	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

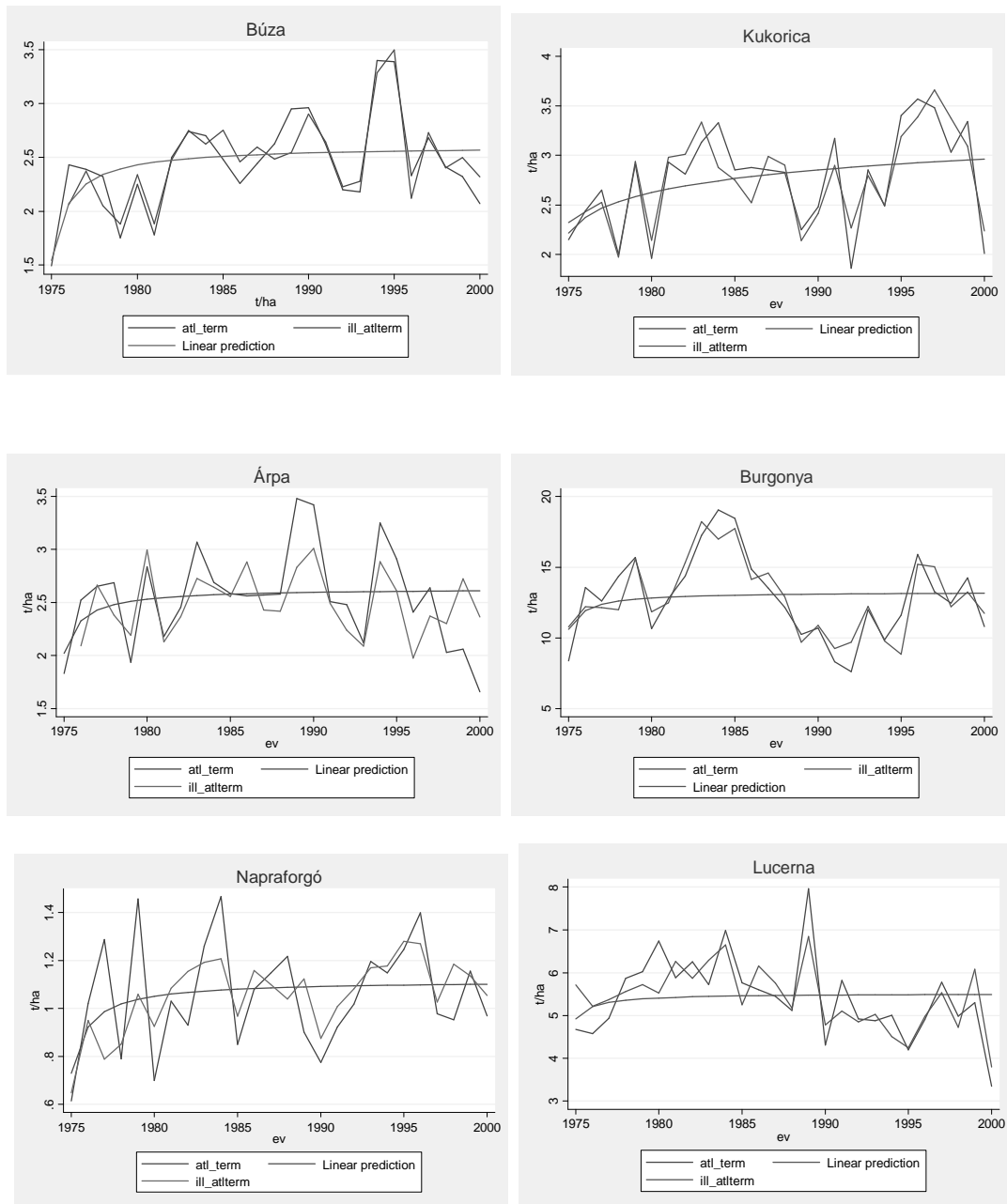
Meteorológiai paraméterek	Mértékegység
Havi átlagos levegő hőmérséklet (2m)	Celsius fok
Havi csapadékösszeg	mm
Havi páratartalom	%

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 szignifikancia szint 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 scenárió esetén<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Linear prediction – az alapszenárió által illesztett értékek

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



\* Megj. A grafikonokon az *atl\_term* a megfigyelt értékeket, az *ill\_atterm* a modell által illesztett értékeket, a *Linear prediction* a modell által illesztett trendet jelöli.

Forrás: saját szerkesztés

#### 4. A változók fontossága és várható alakulása a 2000-2030 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 nincsen legalább 10%-on szignifikáns hatása a terményalakulásra.

4. táblázat: A várható hőmérséklet változásának hatása a termények alakulására a 2001 – 2030 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 és az árpa átlagtermését csökkenteni, míg a kukoricáét, a burgonyáét, a napraforgóét és részben a lucernáét növelni fogja. Július az egyetlen hónap, amelyben hőmérséklet-csökkenés várható, a többiek esetén növekvő vagy közel 0 meredekségű trend lesz jellemző.

##### Csapadék

Az 5. táblázat tartalmazza a havi csapadékösszegek várható alakulását a 2001-2030 periódusra. Észrevehető, hogy június kivételével a többi hónap esetén csapadékcsökkenés

várható. A májusi csapadék csökkenése az ismert közmondással ellentétben pozitívan foghatni a kukoricára, az árpára és a burgonyára. Az áprilisi és az augusztusi csapadékcsökkenés is általában pozitív hatással lesz a növénytermesztésre, míg a júniusi növekedésnek negatív következményei lesznek.

5. táblázat: A várható csapadékváltozás hatása a termények alakulására a 2001 – 2030 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 és a burgonya termelését pozitívan befolyásolja. A nyári hónapokban várható emelkedés általában kedvezően foghatni a kukoricára és a burgonyára. Egyetlen negatív irányú hatás a lucerna esetén jelentkezik márciusban.

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

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

Forrás: saját szerkesztés

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



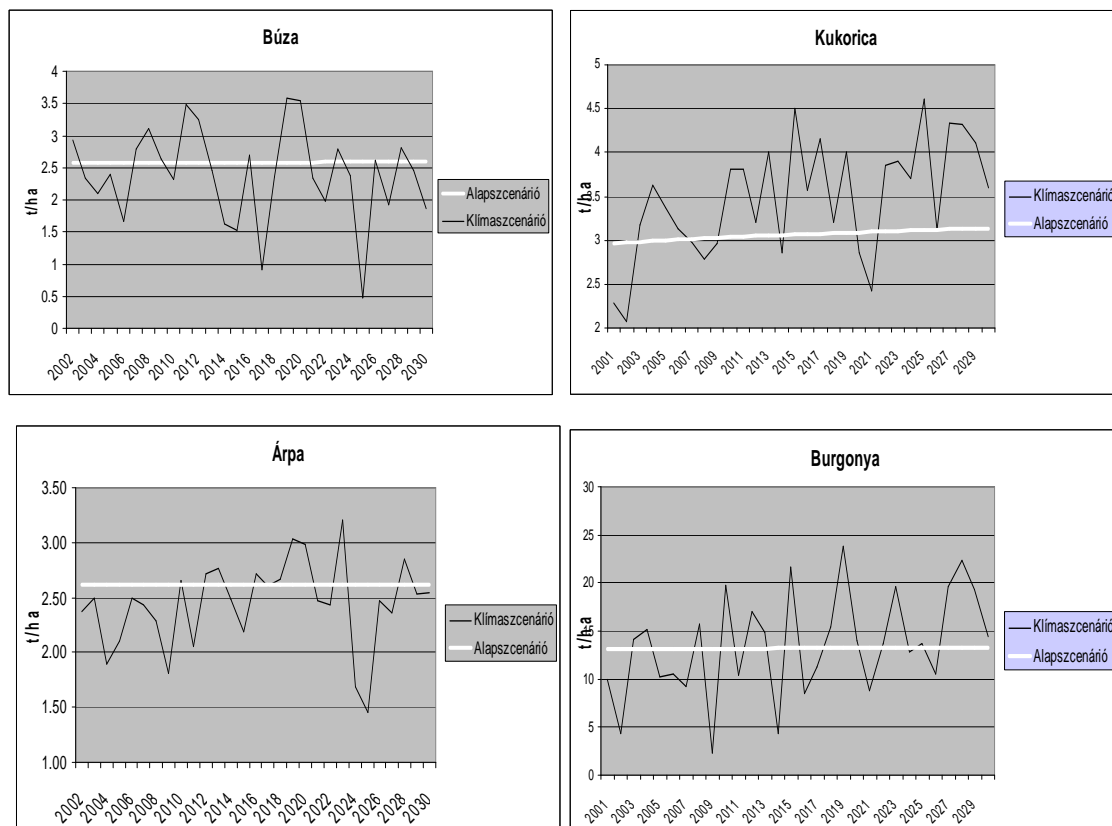
## 5. Az Északnyugati régió növénytermesztésében várható változások

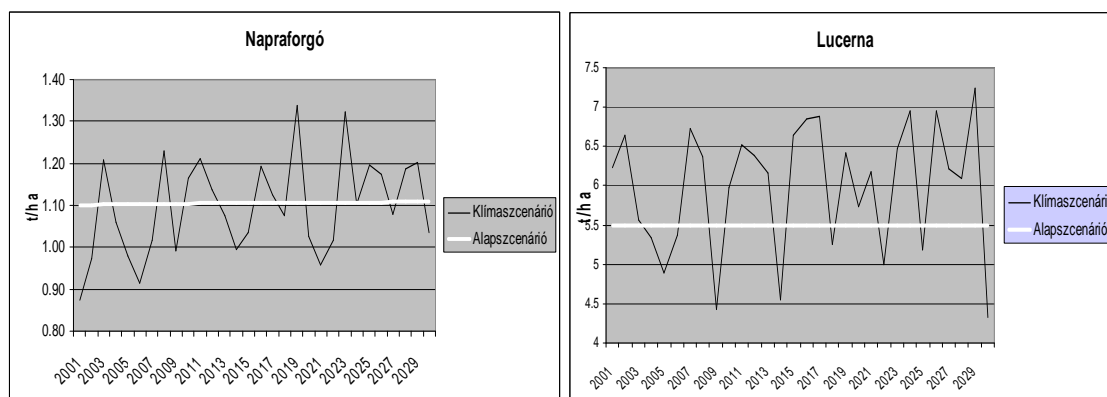
A két scenárió alapján becsült átlagtermések jelentős eltéréseket mutatnak, más szóval a változó klimatikus tényezők nagymértékben befolyásolják az átlagtermések trendtől való eltérését.

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 előrejelezni 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 klímascenárió alapján becsült átlagtermések a 2000-2030-as periódusban.

2. ábra: Átlagtermés előrejelzések a 2001 – 2030 periódusra (alapszcenárió és klímascenárió)





Forrás: saját szerkesztés

Bázisidőszaknak tekintve az 1975-2000 évek közötti periódust, és előrejelzéseinket a 2020-2030-as periódusra vonatkoztatva a következő változásokat figyelhetjük meg (7. táblázat):

- Az alapszcenárió szerint minden termés esetén növekvő trend várható, és a legnagyobb növekedés a kukorica esetén következik be (több mint 13 százalék), míg az egyéb termények esetén 2-5 százalékos lesz az átlagtermés-növekedés.
- A klímaszcenárió az alapszcenárióhoz viszonyítva pesszimistább előrejelzésekhez vezet a búza és árpa esetén, míg a kukorica, burgonya, lucerna és napraforgó esetén termésmnövekedést jelez. A klímaváltozás hatására a legnagyobb változások a kukorica, a burgonya és a búza esetén következnek be, míg a napraforgó lesz a legkevésbé érintett növény.

7. táblázat: Növénytermesztésben bekövetkező változások a 2020-2030 periódusban az Északnyugati régióban az 1975-2000-es periódushoz viszonyítva

	Búza	Kukorica	Árpa	Burgonya	Lucerna	Napraforgó
Alapszcenárió						
Átlagtermés 2020-2030 (t/ha)	2.59	3.12	2.62	13.21	5.50	1.11
I átlagtermés (2020-2030) / (1975-2000) (%)	4.99	13.23	3.10	2.65	4.63	4.69
Klímaszcenárió						
Átlagtermés 2020-2030 (t/ha)	2.29	3.71	2.45	15.34	6.03	1.12
I átlagtermés (2020-2030) / (1975-2000) (%)	-7.14	34.63	-3.51	19.22	14.80	5.67
I klímaszcenárió /	-11.55	18.90	-6.41	16.14	9.71	0.94

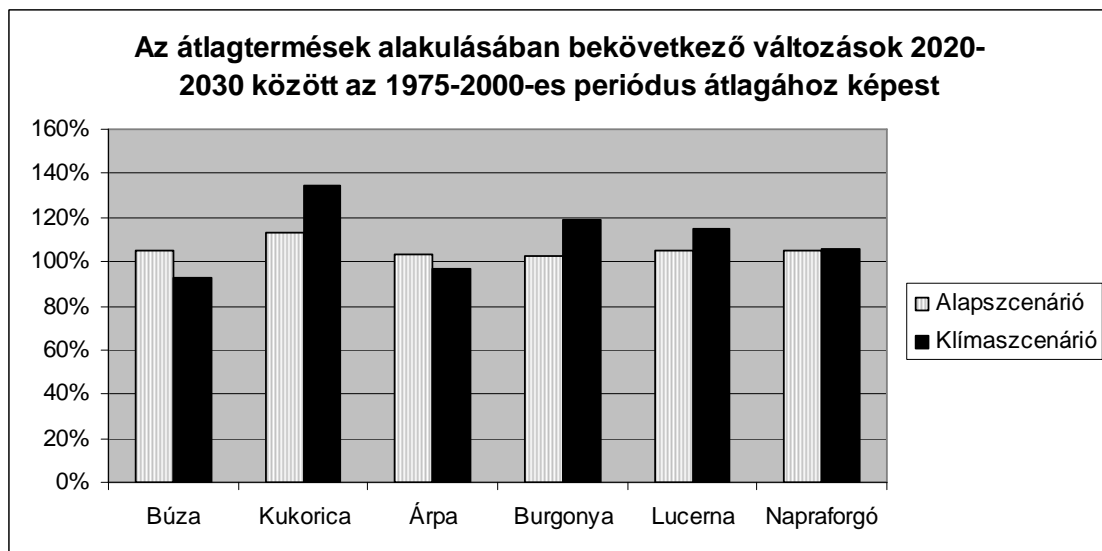
alapszenárió (%)

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

A 3.ábra az alapszenárió és a klímaszenárió alapján az átlagtermésekben bekövetkező változásokat szemlélteti.

Megfigyelhető tehát, hogy az egyes termények ellentétes módon reagálnak a változó klímaállapotra. Míg a búza és az árpa megszenvedi a klímaváltozást, a kukorica, a burgonya, a lucerna és a napraforgó esetén a 2020-2030-as periódusban termésnövekedés jelenik meg.

3. ábra: Az átlagtermések alakulásában bekövetkező változások a 2020-2030-as periódusban az 1975-2000-es időszakhoz viszonyítva



Forrás: saját szerkesztés

### **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 egyidőben mások negatívan viszonyulhatnak a megváltozott körülményekhez. Az Északnyugati régióban a

búza és az árpa 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 kukorica átlagtermésében várható jelentős növekedés, ezen termények arányának növelése valószínűleg segíthetne a növénytermesztési szektor klímaváltozás okozta veszteségeinek a csökkentésében.

### **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 o.

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

Gobiet Andreas 2008. *Climate change in Central and Eastern Europe: an overview and first results of the Clavier project*, konferenciái bemutató Climate Change III in South-Eastern European Countries: Causes, Impacts, Solutions, szeptember 18-19, Graz, Ausztria

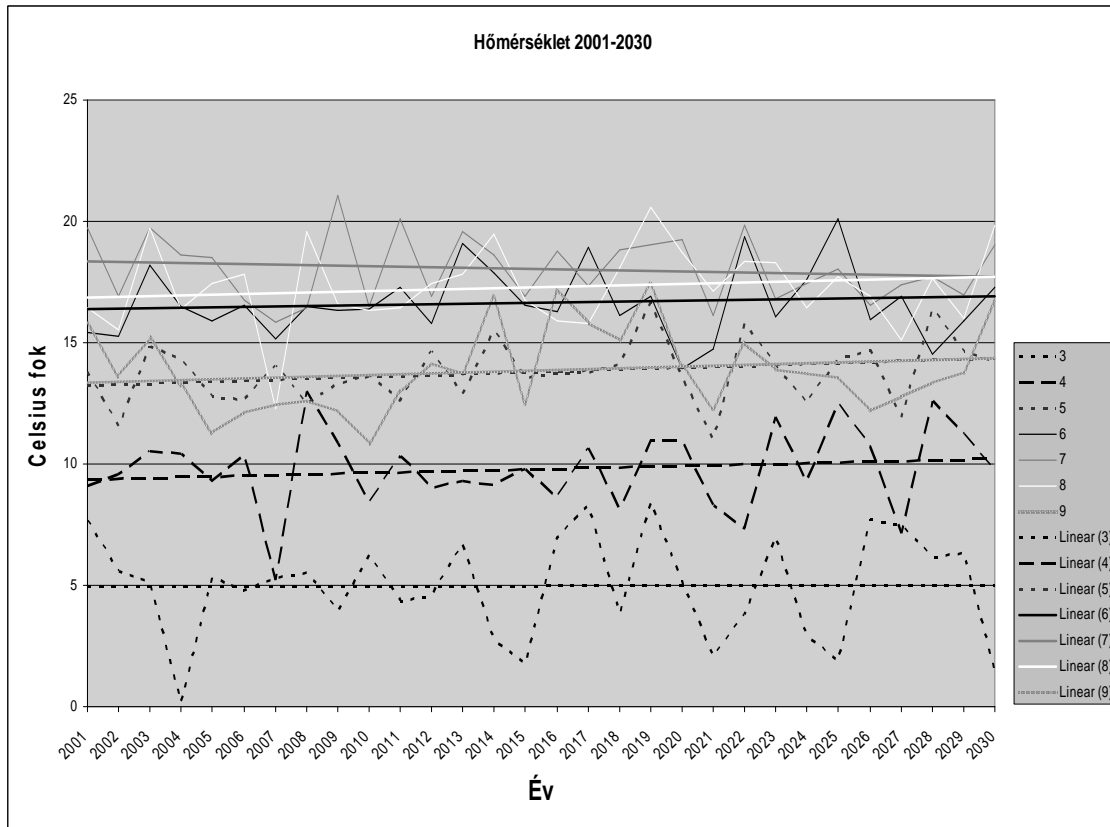
Harnos Zsolt 2005. *A klímaváltozás növénytermelési hatásai*, "Agro – 21" Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok, 38. szám, 45-54 o.

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

\*\*\*INS, Tempo Online Time Series, [www.insse.ro](http://www.insse.ro)

## Függelék

### 1. A meteorológiai paraméterek várható alakulása és lineáris trendje a 2001 – 2030 periódusban<sup>4 5</sup>



<sup>4</sup> Saját szerkesztés, az adatok forrása a STAT-CLIMATE-ECA-REMO57 A1B (1951 – 2050) adatbázis

<sup>5</sup> A grafikonokon szereplő számok a hónapok számát jelölik

