

DR. BALLA EMESE

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A NÖVÉNYTERMESZTÉSRE HARGITA MEGYÉBEN

Bevezető

A klímaváltozás mérséklése és a hatásaihoz való alkalmazkodás elősegítése az utóbbi évtizedekben nemzetközi tárgyalások központi tematikájává vált, és egyre nagyobb teret hódít az Európai Unió stratégiaalkotásának terén is. Ennek oka abban keresendő, hogy a klímaváltozás hatásai nemcsak a különböző kutatási eredmények vagy a gazdasági ágazatok működését tükröző mutatók szintjén jelennek meg, de már a mindennapi ember számára is érzékelhetőek: a globális átlaghőmérséklet megnőtt, a szélsőséges időjárási események gyakoribbá váltak.

A klímaváltozás megfigyelésére és előrejelzésére világszerte számos kutatás irányul. Az IPCC¹ ötödik jelentésének összefoglalójában olvashatjuk, hogy a Föld felszíne az elmúlt három évtized mindegyikében folytonosan melegebb volt, mint 1850 óta bármely évtizedben. Az 1983–2012 közötti időszak pedig nagy valószínűséggel a legmelegebb harmincéves periódusnak számít az elmúlt nyolcszáz évben az északi féltekén (IPCC 2014, 40. o.). A globális felszíni hőmérséklet növekedésére kell számítani a század végéig:² a legoptimistább scenárió szerint valószínűleg 0,3-1,7 °C-os lesz a növekedés, míg a legpesszimistább szerint 2,6-4,8°C-os (IPCC 2014, 60. o.). A hóhullámok és a szélsőséges csapadékmennyiségek előfordulásának gyakorisága nagy valószínűséggel megnő sok régióban (IPCC 2014, 58. o.). Megjegyzendő azonban, hogy a klímátényezők (például hőmérséklet, csapadék) változása a Föld különböző részein jelentősen eltér, ugyanígy a klímaváltozás hatásai is

1 Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC): tudományos szervezet, amelynek megalakulását az ENSZ Környezeti Programja (UNEP), valamint a Meteorológiai Világszervezet (WMO) kezdeményezte.

2 Pontosabban: 2081–2100-ra 1986–2005-höz képest.

különböző módon jelentkeznek az egyes régiókban.

A klímaváltozás problémája mindegyik gazdasági ágazatot érinti kisebb vagy nagyobb mértékben, de a mezőgazdasági termelés különösen érzékeny az éghajlati tényezők változására, és főként a szélsőséges időjárási eseményekre.

Az éghajlatváltozás növénytermesztésre vonatkozó hatásának becslése széles külföldi szakirodalommal rendelkezik, az utóbbi időben azonban számos Romániára vonatkozó kutatás, szócikk is megjelent.

Románia mezőgazdasági területei a domborzati és éghajlati adottságok, talajtípusok, az alkalmazott agrártechnológiák, vagy akár a növénytermesztéshez kapcsolódó hagyományok miatt igen sokfélék, így a kutatások rendszerint egy-egy régiót ölelnek fel, a vizsgált termények is rendszerint régióspecifikusak. Például Mitrică és szerzőtársai bizonyos klimatikus tényezők őszi búza- és kukorica-terméshozamokra gyakorolt hatásait vizsgálják a Temesi-síkságon (Mitrică et al., 2015). Vincze és szerzőtársai ugyancsak a két legfontosabb termény, a búza és kukorica terméshozamainak alakulását hozzák összefüggésbe a vegetációs időszakbeli hőmérséklet- és csapadékértékekkel az Északnyugat régió néhány megyéjében (Vincze et al., 2007), Bălteanu és szerzőtársai a területhasználat és a terméshozamok klímaváltozással való kapcsolatát vizsgálják Dél-Olténiában (Bălteanu et al., 2013).

Egyes kutatások a klímaváltozás mezőgazdasági hatásainak becslése mellett, a hatásokhoz való alkalmazkodás lehetőségeit is próbálják azonosítani. Például Cuculeanu és szerzőtársai Románia déli részére végeztek kutatásokat a búza és kukorica klímaváltozás által befolyásolt terméshozam-alakulását és az ehhez kapcsolódó alkalmazkodási lehetőségeket (fajtaválasztás, vetési idő változtatása, vetési sűrűség stb.) illetően (Cuculeanu et al., 1999). Ugyanez a szerző más szerzőtársakkal egy másik tanulmányban a növénytermesztés, erdészeti szektor és vízkészlet klímaváltozással szembeni sérülékenységét vizsgálja, és az alkalmazkodási lehetőségeket azonosítja (Cuculeanu et al., 2002). Rusu és Moraru a klímaváltozás őszi búza-, kukorica-, szója-, napraforgó- és cukorrépa-terméshozamokra gyakorolt hatását, és az alkalmazkodás lehetőségeit vizsgálják húsz erdélyi, mezőségi településen végzett kutatás alapján (Rusu-Moraru, 2015). Sima és szerzőtársai ugyancsak az alkalmazkodás lehetőségeit kutatják a Bărăgan síkságon (Sima et al., 2015).

A fent említett tanulmányok és a szakirodalomban megjelenő egyéb – Romániára vonatkozó – kutatások, vagy akár EU-s finanszírozású projektek keretében készült jelentések, tanulmányok (pl. FP6 CLAVIER, SEE Orientgate, FP7 ECLISE, stb.) rendszerint más-más régióra, terményre, időhorizontra vonatkoznak, és az alkalmazott kutatási módszertan is eltér, az eredmények mégis általában egyértelműen rámutatnak a klímaváltozás jelentősen érzékelhető hatásaira a növénytermesztési ágazatban.

A klímaváltozás növénytermesztésre való hatásának szempontjából Székelyföld, Hargita megye esete érdekesnek tűnik, lévén, hogy ez az ország egyik leghidegebb része, a felmelegedésnek akár pozitív hatása is lehet. Ezt a feltevést erősíti meg az Európai Bizottság 2007-ben megjelent, klímaváltozáshoz való alkalmazkodásról szóló zöld könyvének mellékletében található ábra, amely szerint Székelyföldön a klímaváltozás hatására a terméshozamok az évszázad végéig átlagosan akár 10-30%-kal is nőhetnek (EC 2007, 17–18. o.).

Tanulmányomban a Hargita megyei helyzetet vizsgálom. Kutatásom a megye növénytermesztési ágazatának jellemzésével indul, megvizsgálom a mezőgazdasági területek megoszlását felhasználásuk szerint, majd a megművelt területek terménystruktúráját, végül pedig a legfontosabb termények terméshozamának alakulását elemzem az 1975–2015-ös periódusban. A következő részben a Csíkszeredában regisztrált klímaadatokat hozom összefüggésbe a Hargita megyei terméshozamok alakulásával, majd az utolsó részben egy 2010-es, a gyergyói-medencei gazdák körében végzett klímaváltozás témájú kutatásom részeredményeit mutatom be.

Hargita megye növénytermesztési szektorának jellemzése

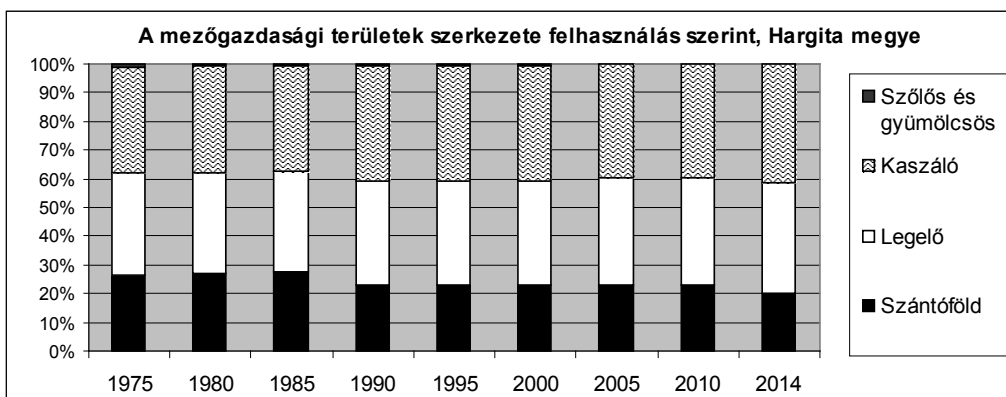
A mezőgazdasági területek megoszlása felhasználási mód szerint

Hargita megye mezőgazdasági területhasználatát nagymértékben befolyásolja földrajzi elhelyezkedése, domborzata.³ Amint az 1. ábra mutatja, a megyében a szántóföldek aránya a mezőgazdasági területeknek mindössze 20 százalékát teszi ki, és körülbelül 40-40 százalék a kaszálók és a legelők aránya. Észrevehető,

³ Hargita megye nyugati része dombvidék jellegű (Udvarhely környéke), míg északról dél irányba a bélbóri, borszéki, gyergyói és a csíki hegyvidéki medencék helyezkednek el.

hogy 1975 óta több mint 6 százalékkal csökkent a szántóföldek aránya a legelők és kaszálók javára. A gyümölcsösök aránya nem számottevő, ráadásul csökkent is: 1,2 százalékról 0,2 százalékra 1975 és 2014 között. Megjegyzendő, hogy a mezőgazdasági területek nagysága több mint nyolcezer hektárral csökkent az elmúlt negyven évben.

1. ábra: A mezőgazdasági területek felhasználása Hargita megyében



Forrás: Saját számítások az RSH⁴ által kiadott Statisztikai Évkönyvek (1976–1990), valamint az RSH Tempo Online adatbázisának adatai⁵ alapján.

Terménystruktúra

A megművelt területek nagyságát és terménystruktúráját több tényező befolyásolja. Az utóbbi évtizedben – az ország más részeihez hasonlóan – a megművelt területek nagysága nagy mértékben lecsökkent Székelyföldön is. Ennek oka elsősorban a földbirtokok felaprózottságában, a birtokkoncentráció lassú ütemében, és így a mezőgazdasági tevékenységek sokszor nem kifizetődő jellegében keresendő.

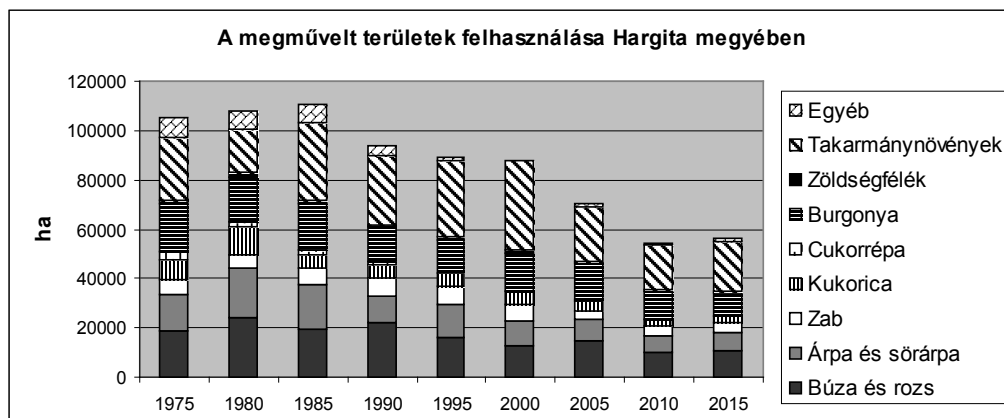
A 2. ábrán látható, hogy Hargita megyében a legnagyobb területen takarmánynövényeket termesztenek, ezt követi a búza és a rozs együttevén, majd a burgonya, illetve az árpa és sörárpa. Ezután következik jóval kisebb aránnyal a zab, a kukorica, a zöldségfélék (ezek közül is a hagyma és a

4 Romániai Statisztikai Hivatal, hivatalos neve: Institutul Național de Statistică.

5 Az adatok letölthetők a következő oldalról: <http://statistici.insse.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=AGR101A>. A legfrissebb adatok 2014-re vonatkoznak.

káposzta), valamint a cukorrépa. Jól látható, hogy 1975 és 1985 között megnőtt a megművelt földterületek nagysága, majd azután 2010-ig fokozatosan csökkent. A legnagyobb mértékben a takarmánynövényekkel, az árpával és sörárpával, valamint a búzával és rozssal beültetett területek nagysága csökkent, de a felsoroltak közül minden más termény esetén is csökkenés látható. Biztató jel lehet, hogy 2015-re kis növekedés jelenik meg, amely elsősorban a takarmánynövények, illetve a búza és rozs termőterületeinek növekedésének köszönhető. A burgonyaföldek csökkenő tendenciája azonban továbbra is megmaradt.

2. ábra: A megművelt területek terménystruktúrája Hargita megyében



Forrás: Saját számítások az RSH által kiadott Statisztikai Évkönyvek (1976–1990), valamint a Tempo Online adatbázis adatai⁶ alapján.

A hüvelyesek közül Hargita megyében borsót és babot termesztnek, de nagyon kis területen. Bizonyos években olajos növényeket is termesztettek, ugyancsak nagyon kis területen.

A Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium honlapjáról letölthető egy dokumentum, amely minden romániai településre tartalmazza a legfontosabb termények termesztési potenciálját, magas, közepes és alacsony kategóriákat használva öntözött, illetve nem öntözött területeken. Ez alapján Hargita megye 67 településére összesítést végeztem, amelynek eredményét, azaz a

6 Az adatok letölthetők a következő oldalról:

<http://statistici.insse.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=AGR108A#>

leggyakrabban előforduló – nem öntözött területekre jellemző – kategóriákat az 1. táblázat tartalmazza. Észrevehető, hogy a legfontosabb terményeket illetően alacsony vagy jobb esetben közepes termesztési potenciál jellemző, még a burgonyánál is („vigasztalásképpen” azonban megjegyzem, hogy a burgonya esetén magas termesztési potenciál nem öntözött területeken Románia szinten mindössze néhány településen jelenik meg).

Ennek ellenére még Gyergyó vidékén is a legjellemzőbb burgonya mellett többen természetnek búzát, árpát, sőt az utóbbi években kukoricával is próbálkoznak. A borsó, bab termesztése egyelőre inkább háztáji gazdaságokra korlátozódik.

1. táblázat: Az egyes termények termesztési potenciálja Hargita megyében
Forrás: saját szerkesztés a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium adatai⁷ alapján

Kalászos gabona*	Kukorica	Napraforgó	Borsó, bab	Cukorrépa	Burgonya	Lucerna	Lóhere	Zöldségfélék
Alacsony (47) vagy közepes (20)	Alacsony (66) vagy közepes (1)	Alacsony (67)	Alacsony (61) vagy közepes (6)	Alacsony (64) vagy közepes (3)	Alacsony (54) vagy közepes (13)	Alacsony (67)	Alacsony (45) vagy közepes (22)	Alacsony (66) vagy közepes (1)

*Búza, rozs, árpa, sörárpa, zab, tritikálé.

Megjegyzés: a zárójelben levő számok azon települések számára utalnak, amelyekre az adott termesztési potenciál jellemző.

A legfontosabb termények terméshozamának alakulása

A továbbiakban a legfontosabb szántóföldi növények terméshozamának alakulását vizsgálom, különös figyelmet fordítva a terméshozamok lineáris trendjének irányára, illetve a terméshozamok ingadozásának mértékére.

A 3. ábrán feltüntettem a legnagyobb területen termelt növények terméshozamának alakulását 1975-től (vagy 1989-től ott, ahol nem álltak

7 <http://madr.ro/pndr-2014-2020/programare-pndr-2014-2020/studii-de-referinta-pentru-elaborarea-pndr-2014-2020.html>

rendelkezésünkre korábbi adatok) 2015-ig. Az 1986–1988-as periódusra nem találtam adatokat.

A 2. táblázatban összefoglaltam a termés hozamok átlagát, szórását⁸ és variációs együtthatóját⁹ a vizsgált időszakban. A termés hozamok alakulását az országos átlaghoz is hasonlítottam.

A búza és rozs termés hozamát emelkedő, az országos átlaghoz képest meredekebb trendvonal jellemzi Hargita megyében. Az elmúlt negyven évre számított termés hozamátlag Hargita megyében azonban így is jóval az országos átlag alatt helyezkedik el. A variációs együttható által jelzett termés hozam-ingadozások mértéke Hargita megyében nagyobb.

A kukorica termés hozamát növekvő trendvonal jellemzi Hargita megyében, Románia átlagát tekintve pedig gyengén emelkedő trend jelenik meg. Az átlagos termés hozam azonban Hargita megyében elmarad az országos átlagtól, a termés hozam-ingadozások átlagos értéke az országos átlag felett helyezkedik el.

Az árpa és sörárpa termés hozamának trendje pozitív meredekségű Hargita megyében, az országos átlagot tekintve is enyhén növekvő tendencia látható 1990 óta. A vizsgált időszakra számított átlagos termés hozamok ez esetben is az országos átlag alatt helyezkednek el, viszont a variációs együttható Hargita megyében kisebb, mint az országos érték.

A zab termés hozamának alakulása mind Hargita megyében, mind az országos átlag tekintetében pozitív, és nagyjából hasonló meredekségű trenddel jellemezhető. A Hargita megyei termés hozamátlag az országos átlag alatt helyezkedik el, a két variációs együttható pedig ugyancsak nagyjából hasonló értékű.

A cukorrépa esetén növekvő trend jelenik meg mindkét esetben, azonban a Hargita megyét jellemző trendvonal meredekebb. A vizsgált időszakra számított Hargita megyei termés hozamátlag eléggé megközelíti az országos átlagot, de a variációs együttható Hargita megyében nagyobb.

A Székelyföldre leginkább jellemző termény, a burgonya termés hozamának trendje enyhén csökkenő mind Hargita megyében, mind Románia egészét nézve (ha viszont csak az elmúlt 25 évet nézzük, növekvő trendeket figyelhetünk meg).

8 A szórás: az adatok az adatsor számtani átlagától való átlagos eltérését mutatja. Számítási lépései: kiszámítjuk rendre az adatok eltérését a számtani átlagtól, kiszámítjuk rendre az eltérések négyzetét, majd ezek számtani közepét, az eredményből négyzetgyököt vonunk.

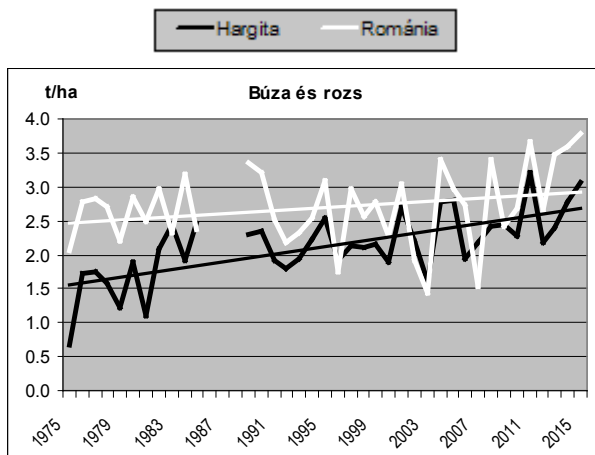
9 A variációs együttható vagy relatív szórás százalékos formában mutatja az adatok átlagtól való átlagos eltérését. A szórás és számtani átlag hányadosaként számítják, százalékos formában.

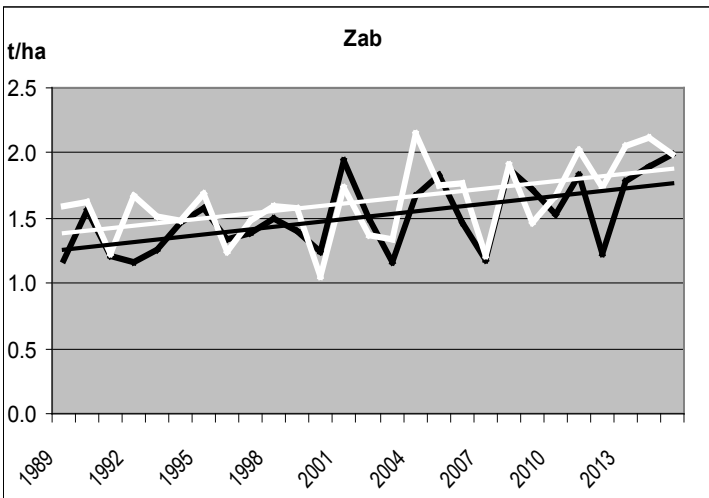
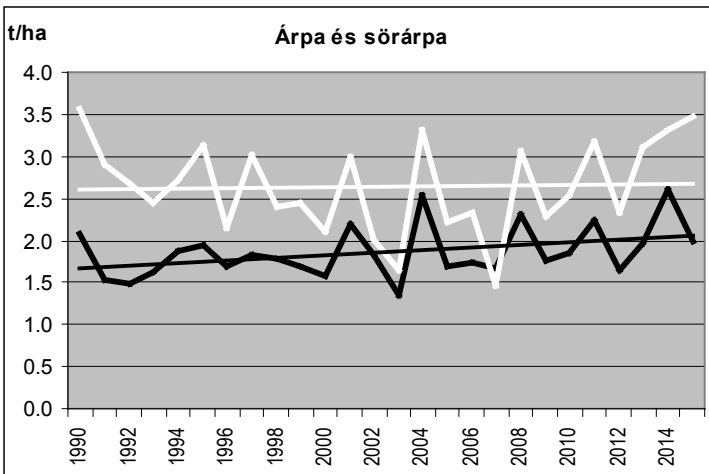
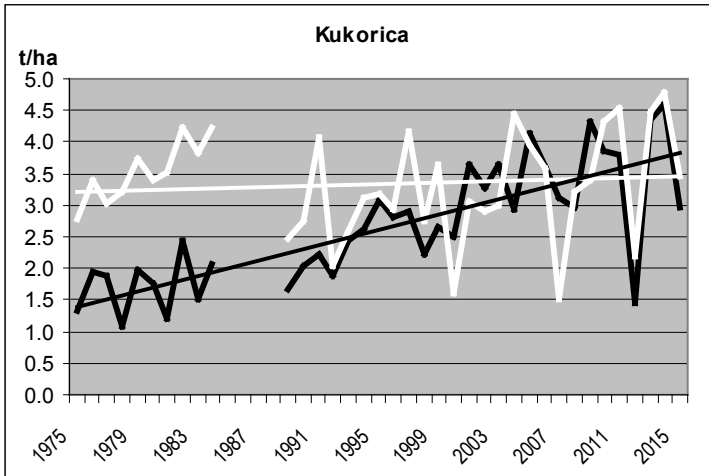
A termés hozamát Hargita megyében meghaladja az országos átlagot, de az ingadozások viszonylag nagyok, a variációs együttható sokkal meghaladja az országos átlagot.

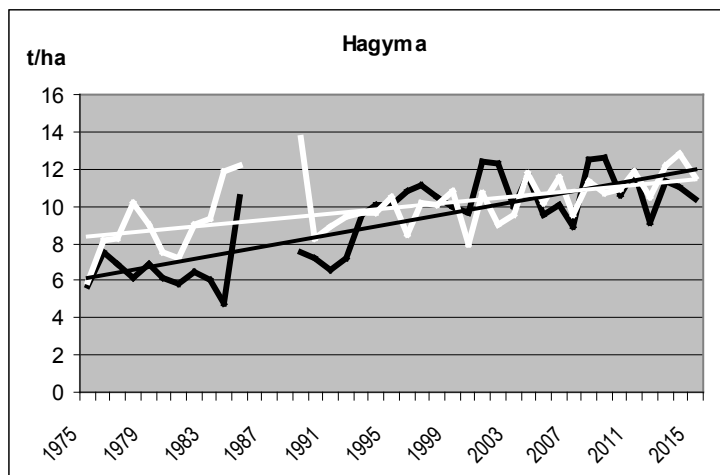
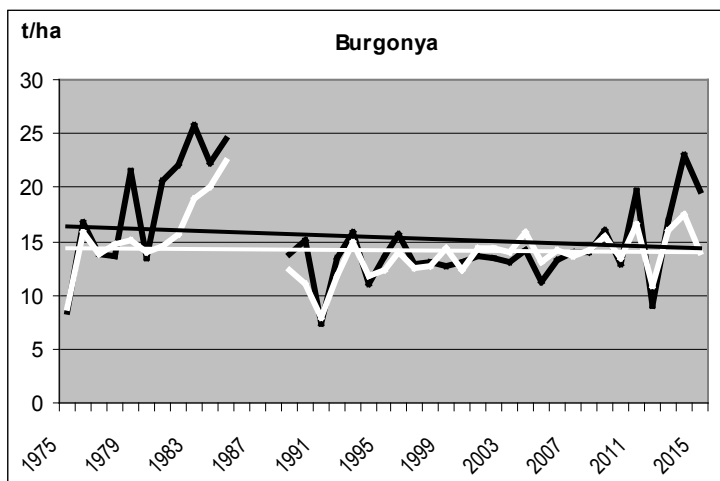
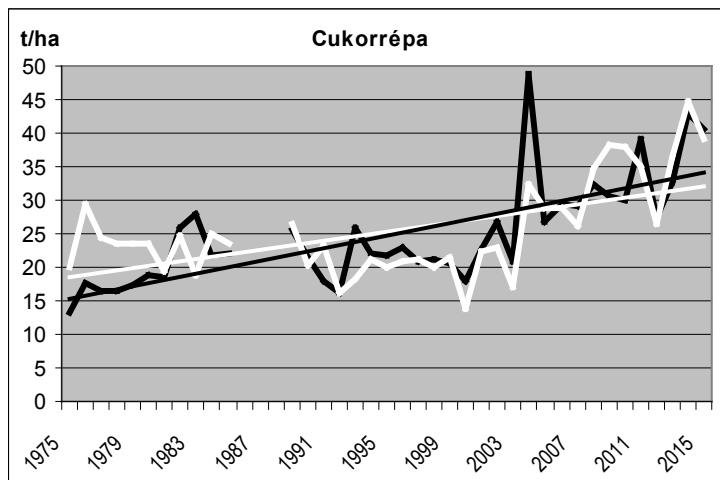
A zöldségeket, a hagymát és a káposztát kis területen termesztik, mégis érdekesnek találom a termés hozamuk megvizsgálását. Mindkét zöldségféle esetén növekvő trenddel találkozunk Hargita megyében. Mindkét zöldségféle esetén a Hargita megyei átlagtermés az országos átlag alatt helyezkedik el, az ingadozások mértéke azonban afelett van.

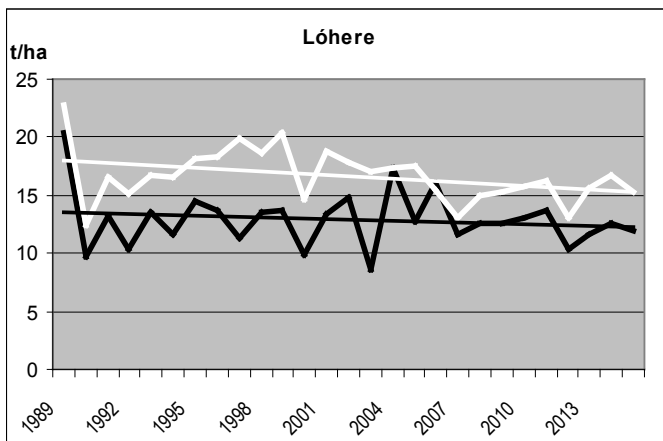
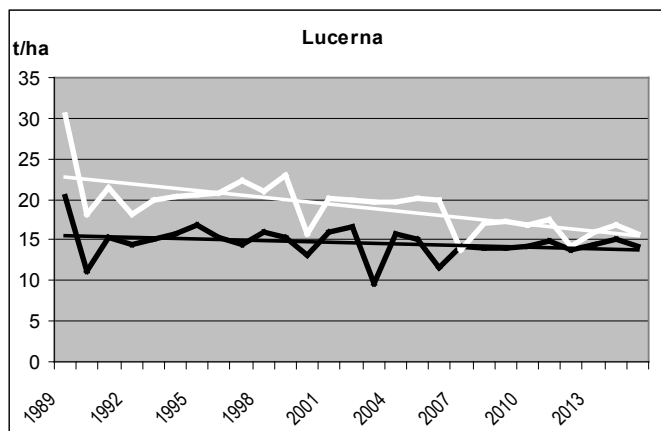
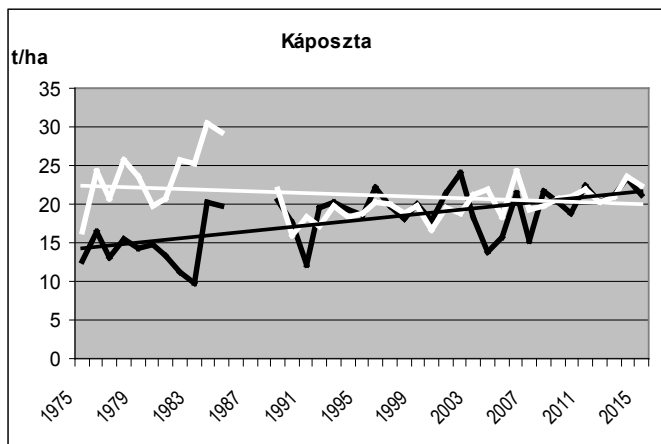
A takarmánynövények, a lucerna, illetve lóhere termés hozamának trendje mind Hargita megyében, mind országosan csökkenőnek bizonyult az elmúlt közel harminc évben. Hargita megyében a termés hozamok az országos átlag alattiak mindkét termés esetén, a variációs együttható pedig a lucerna esetén kisebb, a lóherénél pedig nagyobb, mint az országos átlag.

3. ábra: A legfontosabb szántóföldi növények termés hozamának alakulása Hargita megyében, valamint az országos átlag viszonylatában









Forrás: Saját számítások az RSH által kiadott Statisztikai Évkönyvek (1976–1990), valamint a Tempo Online adatbázis adatai¹⁰ alapján.

10 Az adatok letölthetők a következő oldalról: <http://statistici.insse.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=AGR110A#>

2. táblázat: Terméshozam-ingadozások Hargita megyében és az országos átlag viszonylatában

		Hargita	Rom.			Hargita	Rom.
Búza és rozs	Átlag	2.13	2.71	Kukorica	Átlag	2.67	3.34
	Szórás	0.51	0.57		Szórás	0.95	0.80
	Variációs együttható	24%	21%		Variációs együttható	36%	24%
Árpa és sörárpa	Átlag	1.86	2.85	Zab	Átlag	1.51	1.63
	Szórás	0.31	0.55		Szórás	0.27	0.29
	Variációs együttható	17%	21%		Variációs együttható	18%	18%
Cukorrépa	Átlag	25.00	25.52	Burgonya	Átlag	15.37	14.19
	Szórás	7.96	7.22		Szórás	4.38	2.73
	Variációs együttható	32%	28%		Variációs együttható	28%	19%
Hagyma	Átlag	9.14	10.00	Káposzta	Átlag	18.05	21.07
	Szórás	2.27	1.66		Szórás	3.62	3.24
	Variációs együttható	25%	17%		Variációs együttható	20%	15%
Lucerna	Átlag	14.71	19.14	Lóhere	Átlag	12.90	16.66
	Szórás	1.95	3.27		Szórás	2.45	2.30
	Variációs együttható	13%	17%		Variációs együttható	19%	14%

Forrás: Saját számítások az RSH által kiadott Statisztikai Évkönyvek (1976–1990), valamint a Tempo Online adatbázis adatai alapján

A klímátényezők hatása a székelyföldi megyék növénytermesztésére

Köztudott, hogy a mezőgazdaság, de ezen belül is a szántóföldi növények termesztése különösen érzékeny a klimatikus tényezők alakulására. Az agrártechnológiák alkalmazása (gépesítés, különböző talajmunkálatok, öntözés, új vetőmagok, hibridek és új fajták használata, műtrágya, gomba- és rovarirtószerek) növeli ugyan a terméshozamokat, és segít kivédeni az éghajlati tényezők hatásait, de mint azt láthattuk az előző fejezetben, Romániában minden termés esetén jelentős terméshozam-ingadozások jelentek meg az elmúlt harminc-negyven évben.

Éppen ezért feltételezem, hogy a klimatikus tényezők, főként a szélsőséges időjárási események – például a csapadék túlságosan egyenlőtlen megoszlása, a heves esőzések után következő szárazság – jelentősen befolyásolják a terméshozamok alakulását. Ráadásul a megváltozott klímaviszonyok miatt új kórokozók is megjelennek.

A különféle szántóföldi növények különböző módon reagálnak az éghajlati tényezőkre, különbözik a vegetációs periódusuk, és más a hőmérséklet- és csapadékigényük a vegetációs periódus különböző szakaszaiban. Ráadásul ugyanaz a tényező ellentétes hatásokat is válthat ki két különböző termény esetén.

A klímaváltozás terméshozamokra való hatásának vizsgálata céljából korrelációkat¹¹ számítottam a terméshozamok nagysága és a különböző klímaparaméterek értéke között.¹²

Klímaadataim Csíkszeredára vonatkoznak, az adatok forrása pedig az ECA&D adatbázis.¹³ Terméshozam adatok viszont megyei szinten állnak rendelkezésre. Elemzésemet így megnehezíti az a tény, hogy Hargita megye nagy része különböző medencékben helyezkedik el, és köztudott, hogy a medencék külön mikroklímával rendelkeznek. Így a Csíki-medencében regisztrált klímaadatok valamelyest különbözhetnek a megye más részein mért adatoktól. Ennek ellenére érdemesnek és fontosnak tartom a vizsgálat elvégzését, mivel feltételezéseim és tapasztalataim szerint az éghajlat alakulása nagyjából hasonló a megye különböző részein, ugyanakkor jelen elemzés hiánypótló jelleggel is bír.

A csíkszeredai meteorológiai állomásnál mért adatokat tehát a Hargita megyei terméshozam adatokkal hoztam összefüggésbe. Idősoraim az 1975–2015-ös időszakot,¹⁴ illetve ahol nem álltak rendelkezésünkre korábbi terméshozam adatok, ott az 1989–2015-ös időszakot foglalják magukba. A következő éghajlati tényezőket vettem figyelembe:

- tavaszi, nyári, havi átlaghőmérséklet¹⁵
- tavaszi, nyári, havi csapadékmennyiség¹⁶

11 A korrelációs együttható két változó kapcsolatát jellemzi, idősoros adatok esetén a változók értékeinek időszakra való „együttmozgását” mutatja.

12 Korábban már végeztünk hasonló elemzéseket az Északnyugat régió néhány megyéjére vonatkozóan: a búza és kukorica terméshozamát hoztuk összefüggésbe havi hőmérséklet- és csapadékadatokkal, (Vincze M. et al., 2007).

13 Az adatbázis pontos hivatkozása a dolgozat végén a *Köszönetnyilvánítás* részben található.

14 Az 1986 és 1988 közötti időszakra nincsenek terméshozam-adataim.

15 Napi átlaghőmérsékletek átlagaként számított index.

16 Csapadékmennyiség nagyságára számított index.

- egymást követő száraz napok maximális száma¹⁷ havonta
- fagyos napok száma¹⁸ havonta.

A 3. táblázat a termés hozamok és a klimatikus tényezők közötti szignifikáns¹⁹ korrelációk²⁰ irányát²¹ mutatja. Fontos megjegyezni, hogy a szignifikáns korrelációk azt mutatják, hogy az adott területen az illető időszakban mely klímátényezők alakulása a legkritikusabb a növény termés hozam-alakulásának szempontjából, a nem szignifikáns korrelációk léte pedig nem feltétlenül arra utal, hogy az adott klímátényezőnek nincs hatása a termés hozamra. A klímátényezők értékei sok esetben egymással is szignifikánsan korrelálnak.

A búza és rozs termés hozama pozitívan korrelál a tavaszi és nyári időszak átlaghőmérsékletével, az áprilisi és júliusi hőmérséklettel, és negatívan korrelál a májusi száraz időszakok hosszúságával. Lévéen, hogy a termelt búzamennyiség nagy része őszi búza, korrelációkat számítottam a búza és rozs termés hozama, valamint az előző év őszi csapadék- és hőmérsékletértékei között. Az őszi hónapok átlaghőmérséklete, illetve külön a szeptemberi hőmérséklet pozitívan korrelál a búza termés hozamával.

A kukorica esetén különösen fontos a májusi és a nyári időszakban a magas hőmérséklet.

Az árpa és sörárpa termés hozamát pozitívan befolyásolja a márciusi meleg és csapadék, valamint a tavaszi hónapok hőmérséklete és csapadékmennyisége. Negatív hatása van a májusi egymást követő száraz napok számának, illetve a márciusi fagyos napok számának. Az árpa esetén nem találtunk szignifikáns korrelációt az előző évi őszi klíma adatokkal.

A zab esetén a márciusi meleg, a tavaszi (főként a márciusi és májusi) csapadékmennyiség pozitív, illetve a száraz időszakok negatív hatása jelenik meg fontos tényezőként. A márciusi fagyos napok száma is meghatározó.

17 Egemást követő száraz napok maximális számaként számított index (csapadékmennyiség < 1 mm).

18 A fagyos napok számára számított index (TN < 0 °C).

19 A számított Pearson-korrelációk nagyrésze 0.01 vagy 0.05 szinten, néhány pedig 0.1 szinten szignifikáns.

20 A szignifikáns korreláció megléte arra utal, hogy viszonylag nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy a két változó értékei között létezik számottevő kapcsolat.

21 A pozitív korreláció arra utal, hogy az egyik változó értékének növekedése együtt jár a másik változó értékének a növekedésével, a negatív korreláció pedig épp ellenkezőleg, a másik változó értékének csökkenésére utal.

A cukorrépa termés hozamát a tavaszi és nyári meleg, a márciusi csapadékmennyiség nagysága befolyásolja pozitívan, a márciusi fagyos napoké negatívan.

A burgonya termés hozamát a nyári hónapok (főként a június és július) magas hőmérséklete, illetve a júniusi szárazság befolyásolja negatívan, a júniusi eső pedig fontos számára.

A káposzta és hagyma esetén a nyári hónapok hőmérsékletnövekedése hat pozitívan.

A takarmánynövények termés hozamára negatívan hatnak a magas májusi hőmérsékletek, de pozitív hatása van a májusi csapadéknak. A májusi és júniusi szárazság negatívan befolyásolja a termés hozamokat, illetve a kései fagyos napok is negatívan befolyásolják a lucernatermést.

3. táblázat: A termés hozamok és klímatermészek közötti szignifikáns korrelációk iránya

	T ta	T ny	TE ősz	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T E9	P ta	P 3	P 5	P 6	P 8	Sz N3	Sz N5	Sz N6	F N3	F N6
Búza és rozs	+	+	+		+			+		+							-			
Kukorica		+				+		+	+											
Árpa és sórárpa	+			+							+	+	+				-		-	
Zab				+							+	+	+			-	-		-	
Cukorrépa	+	+						+	+			+								-
Burgonya		-						-	-						+				-	
Hagyma		+				+	+	+	+											
Káposzta		+						+	+								-			
Lucerna						-							+				-	-		-
Lóhere						-							+		+		-	-		

Forrás: saját számítások az RSH által kiadott Statisztikai Évkönyvek (1976–1990) és a Tempo Online adatbázis termés hozamadatai, valamint az ECA&D adatbázis klímaadatai alapján

Jelmagyarázat: Ti: átlaghőmérséklet az év i. hónapjában, Tta: tavaszi átlaghőmérséklet Tny: nyári átlaghőmérséklet, TEősz: előző évi őszi átlaghőmérséklet, Pi: csapadékmennyiség az i. hónapban, Pta: tavaszi csapadékmennyiség, Pny: nyári csapadékmennyiség, SzNi: egymást követő száraz napok maximális száma az i. hónapban, FNi: a fagyos napok száma az i. hónapban, E: előző év.

Gyuricza és szerzőtársai (2011) a termés hozamok trendtől való eltérése és az időjárási tényezők között számítottak korrelációs együtthatókat. A termés hozamok évről évre való ingadozásának okaként a következő tényezőket nevezték meg: termőhely (de ez nagyon lassan változik, akár adottnak is tekinthető), kultúrallapot, agrotechnikai környezet és növényegészségügy (ami viszont befolyásolható, és a

tendenciát meghatározza), valamint az időjárás, évjárat (ami folyamatosan változik, és a tendenciától való eltérést határozza meg).

A fentieknek megfelelően elvégeztem a szükséges számításokat: meghatároztam a terméshozamok trendjét²² (a terméshozamadatok elérhetőségének függvényében az elmúlt közel negyven, illetve harminc évre), kiszámítottam évről évre a trendtől való terméshozam-eltéréseket, majd ezeket összefüggésbe hoztam a korábban felsorolt klímátényezők értékével. Ezzel a módszerrel kevesebb szignifikáns korrelációt kaptam, mint a terméshozamértékekkel végzett számításaim esetén. (A kapott korrelációk nagy része pedig benne foglaltatik a 3. táblázatban.) Ennek oka feltételezéseim szerint az lehet, hogy a terméshozamok alakulását elsősorban a klímátényezők alakulása határozza meg, az agrártechnológia fejlődésének hatása pedig ennél kisebb mértékű.

Az ECA&D adatbázis Csíkszeredára vonatkozó tavaszi és nyári havi hőmérséklet- és csapadéértékeinek 1975–2015-ös időszakban megfigyelt alakulásához lineáris trendeket illesztettem. A havi átlagos hőmérsékletértékek esetén mindegyik trend emelkedő. Az átlagos csapadék vonatkozásában változó a helyzet: január, április, június, augusztus és szeptember esetén csökkenő trend jelenik meg, a többi hónapban emelkedő a csapadékmennyiség trendvonala. A márciusi fagyos napok számának trendje viszont negatív, az egymást követő száraz napok maximális hosszának márciusi és májusi trendje negatív, a júniusi viszont már pozitív.

A fenti adatok ismeretében a 3. táblázat eredményeit és a Hargita megyei terméshozamok alakulását összefüggésbe hozva arra a következtetésre juthatunk, hogy a hőmérséklet-növekedés, a tavaszi csapadékmennyiség növekedése, a fagyos napok számának a csökkenése és a tavaszi száraz időszakok rövidülése összességében pozitív hatással van a gabona, a cukorrépa és a zöldségfélék terméshozamának az alakulására. Ugyanakkor a nyári hőmérséklet-növekedés és júniusi csapadékmennyiség-csökkenés negatívan hat a burgonya terméshozamára. A takarmánynövények negatív trendjéért pedig a májusi hőmérséklet-növekedés és a júniusi szárazság lehet nagymértékben felelős.

Ha a fent említett klímátényezők alakulásának a trendje folytatódik, akkor egyéb tényezők változatlansága mellett elképzelhető, hogy a terméshozamok is a korábbi

²² Az illeszkedés jósgától függően lineáris, logaritmus vagy reciprok trendeket határoztam meg Stata program segítségével.

trendekhez igazodnak. Az agrártechnológiai változtatásoknak, amennyiben van rá anyagi lehetőség, és ehhez megfelelő tudás, szakismeret társul, döntő szerepe lehet a növénytermesztés klímaváltozáshoz való alkalmazkodásának az elősegítésében.

Hogyan érzékelik a gyergyói-medencei gazdák a klímaváltozás hatását?

2010 nyarán egy felmérést végeztem a gyergyói-medencei gazdák körében, arra keresvén választ, hogy a gazdák észlelik-e egyáltalán a klímaváltozás pozitív vagy negatív hatásait, és fel vannak-e ezekre készülve, milyen adaptációs lehetőségeket ismernek és tudnának igénybe venni. E kutatás néhány részeredményét ismertetem a továbbiakban.

Huszonnégy kisebb-nagyobb területet művelő gazdát kérdeztem meg négy község hét falujából. Mindenik gazdaságon legalább kétféle terményt termesztenek: gabonát 21 gazdaságon (búza 12 gazdaságon, árpa 10-en, zab 6-on, tritikálé 4-en, rozs 2-n), burgonyát 18 gazdaságon, takarmánynövényeket 11 gazdaságon (bükköny, lucerna, takarmánybúza), kukoricát 1 gazdaságon, emellett 10 gazdaság kaszáló, egy pedig legelő volt.

A terméshozamok általános alakulását tekintve a gazdák más-más tapasztalatokkal rendelkeznek. A megkérdezettek közül hárman tapasztaltak terméshozam-növekedést, amelyet főleg az agrártechnológiáknak, különösen a növényvédőszernek és az új vetőmagoknak tulajdonítanak. Tíz gazda a terméshozamok csökkenését tapasztalja, amelynek okát a kedvezőtlen időjárásban látja, pontosabban a csapadékmennyiség megnövekedésében, a hőmérséklet növekedésében, valamint az extrém időjárási események gyakoriságának a megnövekedésében. Öt másik gazda ugyancsak terméshozam-csökkenést tapasztal, amely szerintük a növényvédőszer és műtrágya ára növekedésének tulajdonítható, valamint annak, hogy a talaj terméketlenebbé vált, túl sok a megműveletlen terület. Hat gazda nem tapasztalt egyértelmű terméshozam-változási tendenciát.

A terméshozam-ingadozásokat 21 gazda elsősorban az időjárási tényezők változásának tulajdonítja, főként a túl magas vagy túl alacsony

csapadékmennyiségnek és a megnőtt hőmérsékletnek. A 21-ből hat gazda még megemlíti a műtrágya és növényvédőszer hiányát vagy rossz időpontban való alkalmazását is.

Arra a kérdésre, hogy milyen változásokat tapasztaltak az éghajlati tényezők változásában az utóbbi időben, a következő válaszok születtek: 22-en tapasztalták a hőmérséklet növekedését, 1 személy annak csökkenését, 18 gazda szerint megnőtt a csapadék, 4 szerint csökkent, 8 gazda szerint míg régebben főleg áprilisban-májusban esett sok eső, ez most nyárra és szeptemberre tevődik, 8 gazda szerint nőtt, 13 gazda szerint pedig csökkent a napos napok száma, 20-an azt állítják, nőtt az extrém időjárási események (fagy, jégeső, erős szél, áradások) gyakorisága, ketten pedig azt, hogy csökkent.

A megművelt területek terménystruktúrájában való jövőbeli változtatási szándékukat illetően a gazdák a következő választ adták: 6 gazda több gabonát szeretne termelni burgonya helyett, ketten pont az ellenkezőjét mondják, 3 gazda inkább takarmánynövényeket természetesen burgonya és gabona helyett, egy pedig árpát burgonya helyett, vagy kaszálónak hagyná a földet. Négy gazda új, Gyergyóra nem jellemző terményekkel próbálna: kukoricával, tritikáléval, lucernával, takarmánykukoricával, szőlővel.

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás kapcsán a gazdák a következő opciókat tartják kivitelezhetőnek: új termények termesztése (19 gazda), hibridek termesztése (12), a gazdaságon folyó tevékenységek diverzifikálása (12), öntözőrendszerek kiépítése (11), talajmunkálati módszerek megváltoztatása (5), vetésidő megváltoztatása (4), mezőgazdasági biztosítás kötése (4), más típusú műtrágya, növényvédőszer használata (2).

Következtetések

Hargita megye a klímaváltozás szempontjából különleges helyzetben van, ugyanis arra számítanánk, hogy a zord éghajlatot a globális felmelegedés mezőgazdasági termelésre alkalmasabbá teszi. A terméshozamok időbeni alakulását vizsgálva azonban láthatjuk, hogy míg a gabona, és – bár kis területen termesztik – a zöldségfélék, valamint a cukorrépa terméshozama általános növekedést mutat, a legfontosabb termények: a burgonya, valamint a takarmánynövények terméshozamtrendje inkább csökkenő.

A terméshozamok alakulását az éghajlati tényezők nagymértékben befolyásolják,

ezt igazolja a közöttük levő szignifikáns korrelációk viszonylag nagy száma. Ha a klímátényezők elmúlt negyven évben tapasztalt trendje továbbra is folytatódik, valószínűleg a termés hozamok eddigihez hasonló változására lehet számítani.

Megoldást jelenthet az agrártechnológiák intenzívebb használata, amelyhez viszont elsősorban nagy befektetések szükségesek, amelyet a birtokkoncentráció növekedése, illetve a különböző támogatások elnyerése tehetne lehetővé. Másik megoldás a terménystruktúra változtatásában rejlik, amely az utóbbi időben egyre gyakoribbá is vált.

Számításaim és feltételezéseim eredményét részben egy, a gyergyói-medencei gazdák körében végzett kutatással igazoltam. A vizsgált gyergyói gazdaságok nagy része a klímaváltozás mellett egyéb problémákkal is szembesül: sok esetben nem kifizetődő a vállalkozás, túl drága az agrártechnológia alkalmazása, és a gazdák az értékesítési piacok hiányáról is panaszkodnak. A megkérdezettek nagy része a termés hozamok csökkenését érzékeli, és ezt főként a klíma változásának tulajdonítja. Néhányan új termények termesztését fontolgatják: burgonya helyett kalászos, takarmánynövényeket, kukoricát, tritikálét, lucernát, takarmánykukoricát, sőt szőlőt termesztenének. A felmérés fő konklúziója a következő: a gazdák általában elismerik a klímaváltozás hatását, az adaptációs lehetőségek tekintetében pedig többen közülük vagy nem tartják azokat kivitelezhetőnek, vagy nem rendelkeznek kellő ismeretekkel. Megoldást jelenthetne számukra a klímaváltozáshoz való alkalmazkodással, értékesítési ismeretekkel, finanszírozási lehetőségekkel kapcsolatos információnyújtás megszervezése.

A megművelt földterületek nagysága az utóbbi évtizedben nagymértékben csökkent Hargita megyében. A klímaváltozás ugyancsak reális problémaként jelenik meg, habár mind negatív, mind pedig pozitív hozadéka észlelhető. Véleményem szerint mindkét probléma megoldásának elsődleges forrása az agrártechnológiák elérhetősége és megfelelő alkalmazása, valamint a tudástranszfer növelése volna tapasztalatcserék, képzések megszervezése, valamint hálózatok kialakítása által.

Köszönetnyilvánítás:

A dolgozatban felhasznált, Csíkszeredára vonatkozó klímaadatokért köszönetet mondok az adatszolgáltatóknak: „We acknowledge the data providers in the ECA&D project. Klein Tank, A.M.G. and Co-authors, 2002. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. Int. J. of Climatol., 22, 1441–1453. Data and metadata available at <http://www.ecad.eu>.”

Könyvészet

1. Bălțeanu, D., Dragotă, C-S., Popovici, A., Dumitrașcu, M., Kucsicsa, Gh., Grigorescu, I., 2013. Land Use and Crop Dynamics related to Climate Change Signals During the Post-Communist Period in the South Oltenia, Romania. *Proceedings of the Romanian Academy, Series B*, 15(3). 265–278.

2. Cuculeanu, V., Tuinea, P., Bălțeanu, D., 2002. Climate Change Impacts in Romania: Vulnerability and Adaptation Options. *GeoJournal*, 57, 203–209.

Cuculeanu, V., Marica, A., Simota, C., 1999. Climate Change Impact on Agricultural Crops and Adaptation Options in Romania. *Climate Research*, 12, 153–160, http://www.int-res.com/articles/cr/12_2/c012p153.pdf [Letöltés dátuma: 2013. 10. 22.]

EC, 2007. *Commission Staff Working Document Accompanying the Green Paper from the EC to the Council, the EU Parliament, the EESC and the CoR, Adapting to Climate Change in Europe – Options for EU Action {COM(2007)354 final}*. Brussels, 29. 6. 2007, SEC (2007) 849. http://www.europarl.europa.eu/RegData/docs_autres_institutions/commission_europeenne/sec/2007/0849/COM_SEC%282007%290849_EN.pdf [Letöltés dátuma: 2013. 10. 22.]

Gyuricza Cs., Tarnawa Á., Balla I., 2011. Klimatikus tényezők hatása a növényi produktum mennyiségére és a termésstabilitásra [online]. Konferenciabemutató, *Meteorológiai Tudományos Napok, „Az agrometeorológia kihívásai és helyzete Magyarországon” 2011. november 24–25.*, Budapest. http://mta.hu/data/cikk/12/71/67/cikk_127167/15_metnap.pdf [Letöltés dátuma: 2013. 7. 11.]

3. Institutul Național de Statistică (INS) 1976–1990. *Anuarul Statistic al României*

4. Institutul Național de Statistică (INS), *Tempo Online Time Series* [online adatbázis]

A mezőgazdasági területek szerkezete: <http://statistici.insse.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=AGR101A>

Terménystruktúra: <http://statistici.insse.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=AGR108A#>

Átlagtermések: <http://statistici.insse.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=AGR110A#>

[Utolsó letöltés dátuma: 2016. 8. 16.]

IPCC, 2014. *Climate Change 2014, Synthesis Report*. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> [Letöltés dátuma: 2016. 7. 21.]

Klein Tank, A.M.G. and Co-authors, 2002. Daily Dataset of 20th-Century Surface Air Temperature and Precipitation Series for the European Climate Assessment. *Int. J. of Climatol.*, 22, 1441–1453. Az adatok letölthetők: <http://www.ecad.eu>. [Letöltés dátuma: 2016. 8. 16.]

Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium (Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale) honlapja. *Potențial producție vegetală*. <http://madr.ro/pndr-2014-2020/programare-pndr-2014-2020/studii-de-referinta-pentru-elaborarea-pndr-2014-2020.html>. [Letöltés dátuma: 2016. 8. 16.]

Mitrică, B., Mateescu, E., Dragotă, C-S., Grigorescu, I., Dumitrașcu, M., Popovici, E-A., 2015. Climate Change Impacts on Agricultural Crops in the Timiș Plain (Romania). *Romanian Agricultural Research*, No. 32, 1–9., www.incda-fundulea.ro/rar/nr32/rar32.12.pdf. [Letöltés dátuma: 2016. 7. 22.]

Rusu, T., Moraru, P-I., 2015. Impact of Climate Change on Crop Land and Technological Recommendations for the Main Crops in Transylvanian Plain, Romania, *Romanian Agricultural Research*, No. 32, 1–9. www.incda-fundulea.ro/rar/nr32/rar32.13.pdf [Letöltés dátuma: 2016. 7. 22.]

Sima, M., Popovici, E-A., Bălțeanu, D., Micu, D-M., Kucsicsa, Gh., Dragotă, C., Grigorescu, I. 2015. A Farmer-Based Analysis of Climate Change Adaptation Options of Agriculture in the Bărăgan Plain, Romania, *Earth Perspectives (2015) 2:5*, 1–21., <http://earth-perspectives.springeropen.com/articles/10.1186/s40322-015-0031-6>. [Letöltés dátuma: 2016. 7. 22.]

5. Vincze M., Pete I., Szöcs E., Bíró B., 2007. The Main Factors Influencing Romanian Crop Production, in Kerekes K. (szerk.), *Regional and Rural Economics. The Proceedings of the International Conference Competitiveness and European Integration*, Kolozsvár, 2007. október 26-27. Kolozsvár: Alma Mater. 268–277.

Efectele schimbărilor climatice asupra agriculturii în județul Harghita

Încercările de temperare a schimbărilor climatice și de facilitare a adaptării la efectele ei au dus în ultimele decenii la acorduri la nivel global, aceasta fiind tematica centrală a negocierilor internaționale.

Agricultura este o ramură a economiei dintre cele mai afectate de schimbarea climei. Aceste efecte pot fi însă pozitive în anumite teritorii și pot aduce condiții prielnice pentru culturi care înainte nu fuseseră prezente în zonele respective.

În economia județului Harghita un rol important îi revine agriculturii, deși condițiile de cultura plantelor nu sunt cele mai favorabile în comparație cu media pe țară.

Scopul studiului este analizarea efectelor schimbării climatice asupra culturii plantelor în județul Harghita. Am adunat date referitoare la climă din ultimii 40 de ani și am corelat schimbările climatice cu recolta plantelor cultivate pe suprafețele cele mai extinse. Voi prezenta și rezultatele parțiale ale unei cercetări anterioare în cadrul căreia am întrebat agricultori din zona Giurgeului despre efectele schimbării de climă și despre posibilele modalități de adaptare.

The Effects of Climate Change on Harghita County's Agriculture

Several global agreements have been signed in the past decades and international negotiations focus more and more frequently on the issues of climate change and the possibilities to adapt to its effects. Agriculture is economy's branch that is severely affected by climate change. However, these effects are not always negative ones, on some territories they might bring by favourable conditions for the cultivation of never before cultivated plants. In Harghita county's economy, agriculture is an important factor, although conditions for cultivating plants are far behind the national average.

The aim of the study is to analyse the climate change's effects on Harghita county's agriculture. I have gathered data on the last 40 years' climate and linked them to the yield of those plants cultivated on the largest scale. I also present the partial results of a previous research where I asked farmers from the Giurgeu basin how they perceived the effects of climate change and what ways of adaptation they found possible.