

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

VÍGH ENIKŐ ZITA

**SZENT ISTVÁN EGYETEM
KAPOSVÁRI CAMPUS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

2020

SZENT ISTVÁN EGYETEM
KAPOSVÁRI CAMPUS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
REGIONÁLIS ÉS AGRÁRGAZDASÁGTANI INTÉZET

Doktori Iskola Vezetője:
PROF. DR. FERTŐ IMRE
MTA doktora

Témavezető:
PROF. DR. FERTŐ IMRE
MTA doktora

**A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A
NÖVÉNYTERMESZTŐK GAZDASÁGI DÖNTÉSEIRE**

Készítette:
VÍGH ENIKŐ ZITA

KAPOSVÁR
2020

TARTALOMJEGYZÉK

1. A kutatás előzményei, célkitűzés	1
2. Anyag és módszer	4
2.1. Felhasznált adatok	4
2.2. Alkalmazott módszerek	4
3. Eredmények	7
4. Következtetések és javaslatok.....	11
5. Új kutatási eredmények.....	17
6. Az értekezés témaköréből megjelent tudományos közlemények	19

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

A mezőgazdaság a klímaváltozásnak leginkább kiszolgáltatott ágazat, a hatások időben és térben differenciáltan jelentkeznek és eltérő károkat okoznak. A globális klíma alakulását az üvegház hatású gázok és a szennyezőanyagok légköri jelenléte befolyásolja. A napjainkban tapasztalható klíma-problémát a légköri folyamatok megváltozása okozza, amely főleg az antropogén eredetű tevékenységekhez köthető (IPCC, 2007). Az ipari forradalom után felgyorsult kibocsátási színvonal Világszinten a globális felmelegedés gyorsulását és ezzel a klíma átalakulását eredményezte.

A kibocsátás közvetett hatásai mára minden kontinensen és óceánon a fizikai és biológiai folyamatokban változásokat hoztak. A felszíni levegőhőmérséklet átlagosan 1 °C-kal növekedett, a csapadékképek megváltoztak és olyan extrém meteorológiai események is megjelentek, amelyek már rövid távon rontják a jóléti feltételeket. A kibocsátások előre jelzett szintje sem túl biztató, a pesszimista forgatókönyvek szerint a kibocsátások hatására a század végére az 1986-2005 közötti időszak átlagához képest 4 °C-os növekedéssel számolhatunk (IPCC, 2014).

Az utóbbi két évtizedben megnövekedett azon cikkek száma, amelyek a klímaváltozás hatásait vizsgálták a mezőgazdaságban. A kutatási eredmények azonban nagymértékben szórnak a gazdasági hatások nagyságára és azok területi megoszlására vonatkoznak. A legtöbb cikk arra a következtetésre jut, hogy a kedvezőtlen időjárási körülmények hozzájárulnak a gyenge mezőgazdasági hozamokhoz (Chavas *et al.* 2009; Trnka *et al.* 2011; Spinoni *et al.* 2015; Hatfield-Prueger, 2015). Míg néhány tanulmány megkérdőjelezi a negatív hatásokat, mások egyenesen pozitív (Deschenes-Greystone, 2007) eredményekkel számolnak.

A technikai hatékonyságot befolyásoló tényezők megértése alapvető fontosságú, hogy megérthessük a mezőgazdasági vállalkozások hatékony működésének okait. A kutatási eredmények a gazdaságok és a döntéshozatal szintjén is egyaránt jelentősek lehetnek: a gazdaságok a magasabb jövedelem elérésével nagyobb eséllyel élik túl a piaci és a klímaváltozásból eredő hatásokat, míg a döntéshozók információkat nyerhetnek, hogy milyen intézkedésekkel segíthetik a termelékenység növelését.

A szisztematikus irodalmi áttekintés módszerével megvizsgáljuk a téma nemzetközi szakirodalmát, az elmúlt húsz évben lektorált folyóiratok hasábjain megjelent cikkek alapján. A vizsgálat alapján a rendelkezésre álló irodalom földrajzi hatókörét is megismerhetjük. A leggyakrabban vizsgált területek az USA, Ázsia, Nyugat-Európa és Dél-Európa országaiból származnak, így a közép-kelet-európai régió alulkutatott marad. A téma további vizsgálatát indokolja, hogy a klíma-előrejelzések szerint a legnagyobb bizonytalanság ezekben a régiókban jellemző.

A növénytermesztésben bekövetkező hatások számszerűsítése a leggyakoribb, ezt a teljes mezőgazdaságot vizsgáló értékelések követik, a sort az állattenyésztési ágazat zárja. Ez nem meglepő, hiszen Solís-Letson (2013) szerint a klimatikus változékonyság hatására a növénytermesztés a leginkább érzékeny szektor, ezt követi az állattenyésztés és az erdészet.

A keresési stratégia eredményei alapján a burkolófelület módszert alkalmazó kutatások összehasonlítására is lehetőség nyílt. A vizsgálat helyszíne szerint a legmagasabb átlagos értéket a nyugat-európai és észak-európai régiók produkálták, ezzel bebizonyosodott az a feltevés, hogy azokban a régiókban, ahol magasabb az átlagjövedelem magasabb technikai hatékonyság érhető el. A disszertáció célja, hogy a klímaváltozás hatásait vizsgálja a magyar növénytermesztő gazdaságok esetében. A kutatás konkrét céljai az alábbiak:

- C1: Feltárni azokat a környezetből adódó biofizikai jellemzőket, amelyek a szokásos értelemben vett piaci termelési tényezők mellett hatnak a gazdálkodók hatékonyságára.
- C2: Megvizsgálni az éghajlatváltozás középtávú hatásait a magyar növénytermesztők termelésének hatékonyságára.
Az így kapott eredmények a harmadik célkitűzés megválaszolásának inputjait képezik, így a dolgozatban a hatékonyságelemzés eredményeit külön nem tárgyalom.
- C3: Megvizsgálni, hogy a termelési éven belül fennálló különböző fejlődési időszakokban (vetési, vegetatív és generatív) mért eltérő meteorológiai tényezők hogyan hatnak az üzemek technikai hatékonyságra.

Az újszerű megközelítéssel a disszertáció a klímaváltozás hatásainak mélyebb értelmezésére tesz kísérletet különös tekintettel a magyar növénytermesztők adataira. Az alkalmazott módszer első részének célja a technikai hatékonyság kiszámítása a szokásos értelemben vett gazdasági tényezők figyelembevételével. A módszer második része megkísérli feltárni az üzemi hatékonyságot befolyásoló időjárási és talajminőségi tényezőket, külön figyelmet fordítva a termelési ciklus három különböző fejlődési fázisára.

A szakirodalmi áttekintés alapján a legtöbb klímaváltozás hatását értékelő kutatás az Egyesült Államokra, Európa Nyugati részére és a fejlődő országokra koncentrálódik, ezért a Közép- és Kelet Európai kutatási eredmények csak korlátozott számban állnak rendelkezésre. A növények fenológiai fejlődése és a mezőgazdaság technikai hatékonysága közötti kapcsolatról szóló szakirodalom szintén csekély. A disszertáció ezeket a hiányosságokat kívánja részben pótolni.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1.Felhasznált adatok

A vizsgálat alapját egy újonnan összeállított adatbázis adta. A Mezőgazdasági Számviteli Információs Hálózat (Farm Accountancy Data Network, FADN) a mezőgazdasági üzemek pénzügyi, vagyoni helyzetét felmérő európai uniós reprezentatív információs rendszer, az adatok szokásos éves felmérését, tisztítását és tárolását a NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet Tesztüzemi Információs Osztálya végzi. Az FADN-ből származó 2002-2013 közötti farmszintű panel közel 12 000 megfigyelést tartalmaz, a mintát évente nagyjából 1 000 növénytermesztő reprezentálja Magyarország teljes növénytermesztési ágazatát lefedve. Sajnos a hazai tesztüzemi rendszer nem tartalmaz környezeti vagy geofizikai adatokat.

Ennélfogva, az üzemi szintű adatokat kibővítettük meteorológiai és geofizikai adatokkal. A meteorológiai megfigyelések az EU Közös Kutatóközpontja terméshozam előre jelző adatbázisból származnak (JRC MARS-AGRI4CAST Crop Yield Forecast System), amelyben a hőmérséklet és csapadék értékek interpolált, 25 km-es rácspontok napi eredményeit reprezentálják. A geofizikai adatok az Európai talajadatbázisból (European Soil Database, EUSOILS) származnak, amelyben a talaj mezőgazdasági felhasználása, a talaj víztartó képessége és a talaj szervesanyag-tartalma szerepelnek.

2.2.Alkalmazott módszerek

A szakirodalomban a hatékonyság megállapítására két módszer ismert: a nem-parametrikus lineáris programozással értékelhető burkolófelület-elemzés (DEA – Data Envelopment Analysis) (Coelli, 1998) és az ökonometriai módszeren alapuló parametrikus sztochasztikus határelemzés (SFA –

Stochastic Frontier Analysis) módszerei (Bakucs *et al.* 2010; Baráth-Fertő, 2013).

A nem parametrikus megközelítésben a legnépszerűbb módszer a DEA, amely meghatározza egy egység kibocsátás (output) termeléséhez felhasznált két vagy több input kombinációjának minimális mennyiségét (Coelli, 1998). A hatékony határgörbe felépítése (hatékony termelési lehetőségek határa) – távolsági függvények segítségével történik, hatékonyság határgörbéjét empirikusan építjük fel, a minta minden egyes megfigyelését lefedve.

Az elemzés során két lépésben jártunk el annak érdekében, hogy a klimatikus és a talajtani jellemzők technikai hatékonyságban betöltött szerepét megismerjük. Első lépésben output orientált DEA nem-parametrikus módszer segítségével, az adatok burkolófelület-elemzésével kiszámoltuk az elemzésben részt vevő gazdaságok technikai hatékonyságát (Farrell, 1957; Thiele-Brodersen, 1999). Az elemzés második lépésében a klimatikus és talajadottságok technikai hatékonyságban betöltött szerepére koncentráltunk. Regressziós elemzéssel megvizsgáltuk, hogy a hatékonyságra (függő változóra) milyen hatással van a hőmérséklet, csapadék, illetve talajadottságok változása (független változók).

A parametrikus megközelítés első lépésében a technikai hatékonyságot számítottuk ki. Meeusen és van den Broeck (1977), valamint Schmidt és Knox-Lovell (1979) úttörő munkái óta a sztochasztikus határelemzéshez viszonyított hatékonyságszámítás az alkalmazott közgazdaságtan alapvető eszköze. A hagyományos hatékonyságszámítási megközelítésben minden cég azonos határhoz tartozik, a különbséget pedig az eltérő inputfelhasználásuk adja. Greene (2005) alapján bevezettük a „valódi” állandó hatás („true” fixed effect models, TFE) és a „valódi” véletlen hatás („true” random effect

models, TRE) modelleket és az SFA öt modell specifikációját hasonlítottuk össze:

- Modell 1 (M1): Egyesített határgörbe klimatikus változók nélkül
- Modell 2 (M2): Egyesített határgörbe klimatikus változókkal
- Modell 3 (M3): Állandó hatásmodell klimatikus változókkal (TFE)
- Modell 4 (M4): Véletlen hatásmodell klimatikus változókkal (TRE)
- Modell 5 (M5): Véletlen hatásmodell Mundlak specifikációval

3. EREDMÉNYEK

A függő változók a kiválasztott gazdaságok hatékonysági mutatóit, míg a független változók a klimatikus változásokat és a talajadottságokat képviselik. A hőmérséklet- és csapadékösszegek növekedésének hatása a gazdaságok a technikai hatékonyságában pozitív irányú és statisztikailag szignifikáns a vetési és vegetatív termesztési periódusokban, mind a CRS és VRS modellek esetében. Ezzel ellentétben, az érési (generatív) fázisban mért eredmények negatív kapcsolatot feltételeznek, amely alapján a várakozásainknak megfelelően, a magasabb hőmérséklet és a szélsőséges csapadék rontotta a növénytermesztés feltételeit. A talajtényezők szignifikánsan hatnak a hatékonyság változására (1. táblázat).

A sztochasztikus határelemzés eredményei alátámasztották várakozásokat, miszerint a fenológiai fázisok megváltozása Magyarország növénytermesztésében is megjelennek (2. táblázat).

A vetési (Tseeding) periódusban mért magasabb hőmérséklet pozitívan hat a hatékonyságra. Az eredmény nem meglepő, hiszen a feltételezésünk szerint a kontinentális klímaöv vetési időszaka április hónapra tehető, ebben az időszakban a tavaszi vetésű növények csírázáshoz elengedhetetlen a magasabb hőmérséklet. Ugyanebben a periódusban a csapadékképek megváltozásának hatása nem egyértelmű. Míg az M2 és M3 specifikációk esetében a csapadék növekedése pozitívan hat, addig az M4 és M5 esetében a rontotta a hatékonyságot. Az eredményeket magyarázza, hogy a csapadékeloszlás a szabadföldi növénytermesztés meghatározó kérdése, a magasabb csapadék pusztán növekedése nem javítja a hozamokat, a lehulló csapadékképek időbeli és térbeli eloszlását pedig nehéz előre jelezni.

1. táblázat: Simar-Wilson eredmények, Forrás: saját számítások

Magyarázó változók	Konstans méret-hozadék	alsó határ	felső határ	Változó méret-hozadék	alsó határ	felső határ
T_{seeding}	0.231***	0.1872	0.2741	0.223***	0.1683	0.2771
T_{seeding2}	-0.009***	-0.0105	-0.0070	-0.009***	-0.0107	-0.0064
T_{vegetative}	0.372***	0.2928	0.4478	0.340***	0.2477	0.4313
T_{vegetative2}	-0.010***	-0.0116	-0.0074	-0.009***	-0.0112	-0.0063
T_{generative}	-0.225***	-0.3688	-0.0886	-0.309***	-0.4877	-0.1375
T_{generative2}	0.005***	0.0014	0.0078	0.007***	0.0028	0.0107
P_{seeding}	0.003***	0.0027	0.0036	0.002***	0.0013	0.0024
P_{seeding2}	-0.000***	0.0000	0.0000	-0.000***	0.0000	0.0000
P_{vegetative}	0.000	-0.0002	0.0003	0.000	-0.0003	0.0003
P_{vegetative2}	-0.000**	0.0000	0.0000	-0.000**	0.0000	0.0000
P_{generative}	-0.000**	-0.0004	0.0000	-0.000	-0.0003	0.0002
P_{generative2}	0.000	0.0000	0.0000	-0.000	0.0000	0.0000
AGRICUL	0.019*	-0.0012	0.0385	0.036***	0.0124	0.0612
HWC_SUB	0.024***	0.0176	0.0311	0.018***	0.0105	0.0262
HWC_TOP	0.014*	-0.0007	0.0299	0.010	-0.0088	0.0278
LOC	-0.013***	-0.0193	-0.0066	-0.017***	-0.0249	-0.0093
cons	-2.001***	-3.3292	-0.6037	-0.701	-2.3527	1.0128
sigma	0.168***	0.1655	0.1704	0.197**	0.1936	0.2000
Wald chi2	754.831	-	-	388.337	-	-
N	11785	-	-	11785	-	-

*p<0.1; **p<0.05; *** p<0.01

2. táblázat: Sztochasztikus határelemzés eredmények, Forrás: saját szerkesztés

Változók (Határ)	M1	M2	M3	M4	M5
lnLand	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01
lnLabor	0.08***	0.09***	0.09***	0.08***	0.09***
lnCap	0.09***	0.09***	0.09***	0.08***	0.09***
lnMat	0.83***	0.82***	0.82***	0.82***	0.82***
lnLand_lnLabour	-0.05**	-0.06***	-0.06***	-0.06***	-0.06***
lnLand_lnCap	0.03	0.03**	0.03**	0.04**	0.04**
lnLand_lnMat	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
lnLabor_lnCap	-0.04***	-0.04***	-0.04***	-0.04***	-0.04***
lnLabor_lnMat	-0.05**	-0.04*	-0.04*	-0.04*	-0.04*
lnCap_lnMat	-0.03*	-0.04***	-0.04***	-0.04***	-0.04***
lnLand2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
lnLabor2	0.06***	0.06***	0.06***	0.06***	0.06***
lnCap2	0.03***	0.03***	0.03***	0.03***	0.03***
lnMat2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Trend	0.01***	-0.04***	-0.03***	-0.04***	-0.03***
Trend2	-0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***
lnTSeeding		0.29***	0.29***	0.51***	0.30***
lnTVegetative		-0.15	-0.10	0.04	-0.17*
lnTGenerative		-1.46***	-1.21***	-1.10***	-1.45***
lnPSeeding		0.00	0.00	-0.01	-0.00
lnPVegetative		0.05***	0.04***	0.07***	0.05***
lnPGenerative		-0.03***	-0.03***	-0.01	-0.03***
lnTSeeding_2		1.05**	0.94*	1.50***	1.09**
lnTVegetative2		-9.14***	-8.40***	-8.05***	-9.23***
lnTGenerative2		3.54	4.14*	4.33*	3.95*
lnPSeeding2		-0.01***	-0.01***	-0.01***	-0.01***
lnPVegetative2		-0.03*	-0.03**	-0.02	-0.03*
lnPGenerative2		-0.06***	-0.06***	-0.04***	-0.06***

A vegetatív (Tvegetative) és a generatív (Tgenerative) periódusokban előjelváltás tapasztalható. A fenológiai szempontból fontos

növénynövekedési vagy vegetatív időszak május-június hónapokra tehető, ebben az időszakban történik a növények vegetatív részeinek kialakulása, például ekkor alakulnak ki a szár és a levelek. A magasabb hőmérséklet a legtöbb esetben szignifikánsan és negatív irányban befolyásolta a hatékonyság változását a legtöbb modellspecifikációban. Az eredmények szerint a növekedési időszakban mért magasabb csapadék javította a felmérésben szereplő üzemek hatékonyságát.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A dolgozat alapján levonható legfontosabb következtetések és javaslatok a célkitűzések sorrendjének megfelelően következnek.

A dolgozat első célkitűzése, feltárni azokat a környezetből adódó biofizikai tényezőket, amelyek a szokásos értelemben vett piaci termelési tényezők mellett hatnak a gazdálkodók hatékonyságára. A beazonosított cikkek alapján a vizsgált húsz éves periódus elején csak néhány releváns irodalom jelent meg a témában, a cikkek legnagyobb részét (60 százalék) az utóbbi öt évben közölték, így kijelenthető, hogy a téma beágyazottságát növekvő trend jellemzi. Az agrárközgazdaságtan irodalmában ritkán alkalmazott szisztematikus áttekintés módszerrel beazonosítottuk a mezőgazdaságot érintő legfontosabb hatásokat. Eszerint, az extrém klimatikus események, a fejlődési fázisok megváltozása, a humán erőforrások hatásai, a környezeti feltételek megváltozása és az üzemi tényezők hatnak a mezőgazdasági vállalkozások működésére.

A második célkitűzés, megvizsgálni az éghajlatváltozás középtávú hatásait a magyar növénytermesztők termelésének hatékonyságára. A dolgozat a klimatikus és nem-klimatikus változások hatásait mutatja be a magyar növénytermesztési ágazatban. Ezt a célt a teljes mezőgazdaságot reprezentáló panel adatsor szolgálja, amelyben a növénytermesztők legfontosabb üzemi adatai és nagyfelbontású meteorológiai és talajadatok szerepelnek. A hatékonyság mérésére több ökonometriai módszer áll rendelkezésre. A dolgozat a burkolófelület és a sztochasztikus határelemzés módszerekre épül. Korábban, az agrárgazdasági tanulmányok az említett módszereket jellemzően a tejtermelők hatékonyságának mérésre használták, döntően Nyugat-Európában és az USA-ban.

A nem paraméteres burkolófelület mérés eredményei alapján 2002-2013 között a magyar növénytermesztők alacsony hatékonysága a gazdaságok termelési teljesítményének magas heterogenitásából fakad. A vizsgált periódus alatt, a növénytermesztő gazdaságok mindössze 2 százaléka a konstans mérethozadék (CRS) és 4-6 százalék a változó mérethozadék (VRS) esetében helyezkedtek el a hatékony határgörbén. A vizsgált 12 évben az üzemek technikai hatékonyságára nagymértékű fluktuáció jellemző.

Az éghajlati tényezők bevezetésével a következő eredmények születtek: Az érési (generatív) fázisban mért eredmények negatív kapcsolatot feltételeznek, amely alapján a várakozásainknak megfelelően a magasabb hőmérséklet és a szélsőséges csapadék rontotta a növénytermesztés feltételeit. A talajtényezők szignifikánsan hatnak a hatékonyság változására. A biofizikai tényezők változásai úgy mint, a fel- és altalaj jó vízgazdálkodási képessége pozitívan hat a növénytermesztők technikai hatékonyságára. A talaj alacsony szervesanyag-tartalma rontotta a hatékonyságot, a konstans és a változó mérethozadék esetében egyaránt.

A parametrikus megközelítés során SFA sztochasztikus határelemzést alkalmaztunk az üzemek technikai hatékonysága, valamint a meteorológiai és talajtulajdonságok közötti kapcsolat megismerése érdekében öt modellspecifikáció alkalmazásával. A vetési periódusban mért magasabb hőmérséklet pozitívan hat a hatékonyságra. Az eredmény nem meglepő, hiszen a kontinentális klímaöv vetési időszaka április hónapra tehető, ebben az időszakban a tavaszi vetésű növények csírázáshoz elengedhetetlen a magasabb hőmérséklet. A fenológiai szempontból fontos növénynövekedési vagy vegetatív időszak május-június hónapokra tehető, ebben az időszakban történik a növények vegetatív részeinek kialakulása, például ekkor alakulnak ki a szár és a levelek. A magasabb hőmérséklet a legtöbb esetben

szignifikánsan negatív irányban befolyásolta a hatékonyság változását a legtöbb modellspecifikációban. Az eredmények szerint a növekedési időszakban mért magasabb csapadékmennyiség javította a felmérésben szereplő üzemek hatékonyságát. A csapadék növekedése a generatív időszakban negatív hatásról árulkodik. Az eredmények háttérben a hozamok betakarítási minőséget érintő hatások állnak, ugyanis a hirtelen fellépő hőmérséklet emelkedése és a nagymennyiségű lezúduló csapadék a legtöbb növény esetében rontja a termés piacosságát és minőségi jellemzőit.

Az elemzés szerint a klimatikus tényezők a generatív fázisban rontották a hatékonyságot a legnagyobb mértékben. Ezzel az eredménnyel Hatfield és Prueger (2015); Qi *et al.* (2015), Arshad (2016), valamint Rahman és Anik (2020) eredményeihez csatlakozunk, akik szerint a melegebb hőmérséklet hatása a reproduktív fázisban a legnagyobb, amelyben a hozamok és az outputok nagymértékű romlása figyelhető meg. A csapadékváltozás esetében a vetési és vegetatív fázisokban a csapadék hatása pozitív, amelyről már más szerzők is beszámolnak (Jiang-Koo, 2013; Arshad *et al.* 2016). A negatív hatásokat a generatív időszakban Ochuondho *et al.* (2014) és a tavaszi-téli csapadéknövekedés esetében Qi *et al.* (2015) és Auci-Vignani (2020) eredményeit erősíti meg.

A dolgozat az extrém meteorológiai események hatását is vizsgálja, külön kiemelve a forró és fagyos napok számának változását, a hőmérséklet és csapadék eltérését a hosszútávú átlagoktól, valamint a hőmérséklet eltérését a hosszútávon tapasztalt extrém hőmérsékleti eseményektől. A klímaváltozás következtében egyre nagyobb gyakorisággal fellépő hidegstressz és hőstressz a növényi produkciót a molekuláris, biokémiai és fiziológiai folyamatok megzavarásán keresztül befolyásolja, így ez a legnagyobb hozamok csökkenését előidéző környezeti tényezők. A hőstressz befolyásolja a

növények tápanyagfelvételét, tápanyaghasznosulását, vegetatív részeinek fejlődését, a fotoszintézis és a légzés intenzitását, terméshozamát és termésminőségét. Az alacsony hőmérséklet kritikus a növények szempontjából, hiszen a természetes növénytársulások előfordulásának, elterjedtségének egyik legfontosabb meghatározója. A mezőgazdasági termesztés esetében a hőmérséklet az a tényező, ami a növények termesztetőségét egy adott területen leginkább limitálja, ezeket az eredményeket a nemzetközi szakirodalom is alátámasztja (Daalgard *et al.* 2015; Mishra *et al.* 2015; Bouttes *et al.* 2018).

Az üzemben rendelkezésre álló inputok hatással vannak a klímaváltozás kezelésére. A nagy földterületen tevékenykedő vállalatok a munkaerőállomány növelésével sem tudják javítani a klímaváltozásból eredő negatív hatásokat. Ezzel ellentétben, klimatikus tényezőket felhasználó modellspecifikációban a magasabb földterület és a tőke megnövelt mennyisége együttesen szignifikánsan és pozitívan hatnak a termelési outputokra, ami arra utal, hogy a nagy földterületen működő és nagy tőkével rendelkező növénytermesztők technikai fejlettségüknél fogva magasabb outputot generálnak a klimatikus kockázatok figyelembevételével is. Az eredmények alátámasztják az irodalom megállapításait (OECD, 2004 és Kovács *et al.* 2009), miszerint a mezőgazdasági termelők általában kockázatkerülők, a kockázatkerülés mértéke termelőnként és országonként eltérő. Barnes (2006) szerint a klímaváltozás mellett, a nagyobb méretű állatállománnyal rendelkező üzemek magasabb hatékonysági szinten működnek kisebb méretű társaiknál. Ahol a fenntarthatóság feltételei jobban teljesülnek, a technikai hatékonyság is magasabb értéket ér el, az inputfelhasználás hatékonyságának javítása mellett (Pourzand-Bakhshoodeh, 2014; Yaqubi *et al.* 2016).

A hatások kezelésének alapja az üzemek sebezhetőségének feltárása, az enyhítési lehetőségek felállítása és az adaptációs lépések megfogalmazása. A növénytermesztők egyik lehetősége a kockázatkezelésben az olyan hőmérsékleti hatásoknak ellenálló, rövidebb termesztési idejű és kevésbé sérülékeny fajok alkalmazása, valamint az öntözés növelése, amellyel már rövid távon hozamnövekedés érhetnek el, szemben a hagyományos esőztető gazdaságokkal. Az öntözés hatásait már korábbi nemzetközi tanulmányok is igazolták az USA (Schlenker *et al.* 2005) és Latin Amerika (Mendelsohn-Seo, 2007) esetében. Gazdaságpolitikai oldalról a döntéshozók olyan beruházásokat és szerkezetátalakítási programokat kell előnyben részesítsenek, amelyek a már létező termesztési régiókban, a rendelkezésre álló természeti erőforrásokhoz és a táj mozaikosságához igazítják és növelik az üzemek méretét, termelési szerkezetét és a termesztett fajösszetételt. Ezzel egyidejűleg prioritásként kell kezelni a hatékonyság növelésére irányuló erőfeszítéseket, különös tekintettel a kisméretű gazdaságokban, megfelelő technológiák és többdimenziós piaci kapcsolatok révén.

A hatások mértéke attól függ, hogy a mezőgazdasági termelők és a mezőgazdasági piacok hogyan alkalmazkodnak az éghajlatváltozás hatásaihoz. Ha a termelés a természetesség határának északi peremére húzódik, a hatások a fogyasztókat nem érintik, ezzel szemben a gazdálkodókat igen, akik az átalakult termelési feltételek mellett termelés kieséssel számolhatnak. Ha a gazdálkodók, a kedvezőtlen területeken újabb fajtaikat kezdenek el alkalmazni vagy öntözéssel technológiákra állnak át, a fogyasztók jóléti veszteséget szenvednek el a magasabb termelési költségek és ezzel a magasabb piaci árak hatására. Bebizonyosodott, hogy hosszútávon fenntartható adaptációs stratégiák létrehozására van szükség, ezzel együtt a növelni kell a gazdák tudatosságát és adaptációs programokban való részvételi

hajlandóságát, pl. tömegtájékoztatási, képzési és élménypedagógiai eszközök segítségével (Arshad *et al.* 2016).

A dolgozat harmadik célkitűzése elemezni, hogy a termelési éven belül fennálló különböző fejlődési időszakokban mért meteorológiai tényezők hogyan hatnak az üzemek hatékonyságra. Bár néhány eredmény nem szignifikáns, a dolgozat eddig egyedülálló módon ötvözi a klímaváltozás hatásait az ökonómiai értékeléssel, hazai adatok felhasználásával. A termelési függvény felépítése a szokásos gazdasági tényezőkön kívül tartalmazza az extrém eseményeket, a hosszútávon mért klimatikus tényezők hatásait és a talajjellemzőket. Szintén egyedülálló, hogy a paraméteres becslés során több modellspecifikációt is vizsgáltunk, amelynek fókuszában a rögzített és a véletlen hatásmodell adta eredmények is megjelennek.

Az új kutatási irányokra igény és lehetőség is mutatkozik, ugyanis egyre nagyobb szükség van a klímaváltozás okozta kihívásokat értékelő kutatásokra, illetve a gazdálkodók hatékonyabb működésre való átállását vizsgáló tanulmányokra, legyen szó akár a KAP 2020 utáni időszak specifikus célkitűzéseinek háttérét megalapozó értékelésről vagy a nemzeti klímavédelmi, energiafelhasználási és hatékonyságnövelési célokról. További kutatási lehetőséget látok az üzemek üvegházhatású gáz-kibocsátása és az üzemi hatékonyság közötti kapcsolat feltárására, de a dolgozat alapját képviselő tesztüzemi rendszer adatait tekintve ennek a lehetőségnek a keretei csak korlátozottan (a 2015-ös évre és csak egy szűk sertésstenyésztői mintán) állnak rendelkezésre.

5. ÚJ KUTATÁSI EREDMÉNYEK

1. Módszertanát tekintve újszerű módon mutattam be azokat a klímaváltozásból adódó biofizikai jellemzőket, amelyek a szokásos értelemben vett termelési tényezők mellett hatnak a gazdálkodók hatékonyságára. A szisztematikus irodalmi áttekintés módszerével bemutattam, hogy a nemzetközi szakirodalom egyértelművé teszi a szokásos gazdálkodói tényezők és a klímaváltozás hatására átalakuló biofizikai jellemzők kölcsönhatásainak megváltozását.
2. A szakirodalom alapján beazonosítottam a régióra jellemző leggyakrabban használt hozamokat befolyásoló időjárási változókat, ezek az átlaghőmérséklet és a csapadékösszegek megváltozása, valamint az átlaghőmérséklet és a hőstresszes és hidegstresszes napok számának eltérése a hőmérséklet hosszú távú átlagától, a vizsgált régióra jellemző növénytermesztési szempontból jól elkülöníthető fenológiai fázisokban.
3. A magyar tesztüzemi rendszerben jelenleg nem állnak rendelkezésre idősoros klimatikus és talajtani változók, amellyel a gazdálkodók esetében az éghajlatváltozás hatáselemzése elvégezhető lenne. Az elemzés elengedhetetlen része egy új adatbázis létrehozása, amely a hazai tesztüzem, valamint az AGRI4CAST és EUSOILS adatbázisokat ötvözi. Ezzel lehetőség nyílt a magyar mezőgazdasággal kapcsolatos olyan kutatási kérdések vizsgálatára, amely az időjárásváltozás hatásainak értékelését teszi lehetővé a mezőgazdasági vállalkozások termelésére és hatékonyságára.

4. A becslések szerint a vetési periódusban mérhető magasabb napi átlaghőmérséklet és magasabb napi csapadékmennyiség pozitívan és szignifikánsan hat a növénytermesztők hatékonyságára. Negatív hatások a generatív fázisban tapasztalhatók, ahol a magasabb napi átlaghőmérséklet és a napi csapadékösszeg növekedése rontja az üzemek hatékonyságát. A megállapítást a legtöbb modellspecifikáció igazolja.
5. A számítások szerint, hogy a 2002-2013 közötti periódusban a generatív fázisban mért extrém, 30 °C feletti átlaghőmérséklet rontja a hatékonyságot. A vegetatív és termés hozás fázisban a mért meteorológiai változók eltérései a hosszútávú átlagos hőmérséklet és csapadékmennyiségtől rontja a hatékonysági mutatókat. A hőstresszes napok számának eltérése a hosszú idősoros átlagoktól magyarázza a hatékonyság hiányát.
6. Kimutattam, hogy a legtöbb modellspecifikációban az altalaj és feltalaj jó vízgazdálkodási képességének és a talaj magas szervesanyag-tartalmának javításával a növénytermesztők hatékonysága is javulhat, amelyhez következtetéseket és javaslatokat is megfogalmaztam.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Könyv

Bene, E., Domán, C., Keményné, H.Z., Lőrincz, K., Vári, E., Vígh, E., Zubor-Nemes, A. (2019): A klímaváltozás hatásának modellezése a főbb hazai gabonafélék esetében. Agrárgazdasági Könyvek NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest. 115 p. ISBN 978-963-491-605-5.

Könyvfejezet

Vígh, E. (2017): Az éghajlatváltozás társadalmi hatásai a mezőgazdasági szektorban, in Kutatás-fejlesztés - innováció az agráriumban, Doktoranduszok Országos Szövetsége – Agrártudományi Osztály, Földművelésügyi Minisztérium és a Mezőgazda Kiadó pp. 233-241.

Jelentések

Fogarasi, J., Molnár, A., Kemény, G., Keményné Horváth, Zs., Lőrincz, K., Vígh, E., Zubor-Nemes, A., Vári, E. (2017): A klímaváltozás hatása a magyar mezőgazdaságra Agrárgazdasági Kutató Intézet - Zárójelentés.

Kis-Csatári, E., Vígh, E., Pesti, Cs., Pozsár, B., Borka, Gy. (2017): Üzemszintű környezeti-mezőgazdasági pilot adatgyűjtés és adatfeldolgozás, Agrárgazdasági Kutató Intézet - Zárójelentés.

Biró, Sz., Fogarasi, J., Füzi, T., Hamar, A., Keményné, H.ZS., Király, G., Koós, B., Lámfalusi, I., Miskó, K., Vásáry, V., Vígh, E., Zubor-Nemes, A (2018): Éghajlatváltozás alkalmazkodás a magyar mezőgazdaságban. KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 „NATÉR továbbfejlesztése” projekt.

Tanulmány (kötetben megjelent)

Vígh, E. (2016): A klímaváltozás hatásai a mezőgazdasági termelésre, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Közgazdász Kutatók és Doktoranduszok III. Téli Konferenciája, ISBN 978-963-7692-75-8.

Vígh Enikő (2017): A klímaváltozás értékelése a magyar mezőgazdaságban. In Bodnár Károly, Privóczki Zoltán István (szerk.): Tudomány a vidék szolgálatában. Konferenciakötet. Csongrád: MTA Szegedi Munkabizottság, Agro-Assistance Kft., pp. 62–71.

Vígh, E., Fogarasi, J., Fertő, I. (2017): Efficiency and productivity analysis of farms in a changing climate environment, In Hungarian agriculture, In: Szendrő Katalin, Horváthné Kovács Bernadett, Barna Róbert (szerk.): Proceedings of the 6th International Conference of Economic Sciences. Kaposvár University, 2017. pp. 413-420.

Folyóiratcikk

Bakó, B., Berezvai, Z., Isztin, P. Vigh, E.Z. (2020) Does Uber affect bicycle-sharing usage? Evidence from a natural experiment in Budapest: A rejoinder. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 138: 564-566. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.06.011>

Bakó, B., Berezvai, Z., Isztin, P. Vigh, E.Z. (2020) Does Uber affect bicycle-sharing usage? Evidence from a natural experiment in Budapest. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 133: 290-302. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.010>

Vígh, E., Fertő, I. (2019) A klímaváltozás hatása a mezőgazdálkodók gazdasági döntéseire. Szisztematikus irodalmi áttekintés. Közgazdász Fórum, 140: XX-XX (megjelenés alatt).

Vígh, E., Fogarasi, J., Fertő, I. (2018): Impacts of climate change on technical efficiency in the Hungarian arable sector. *Studies in Agricultural Economics* 120: 41-46 <https://doi.org/10.7896/j.1729>

Vígh, E. (2018): Az éghajlatváltozást értékelő közgazdasági megközelítések. *Partiumi Egyetemi Szemle*, XVII. évfolyam.

Konferencia előadások

Vígh, E. (2016): A klímaváltozás hatásai a mezőgazdasági termelésre, *Doktoranduszok Országos Szövetsége, Közgazdász Kutatók és Doktoranduszok III. Téli Konferenciája*, Budapest, 2016.01. 29.

Vígh, E., Fogarasi, J., Fertő, I. (2016): Efficiency and productivity of farms in a changing climate environment, *XIII. Annual International Conference on Economics and Business*, Sapientia Hungarian University of Transylvania, Faculty of Economics, Socio-Humans Sciences and Engineering, Miercurea Ciuc, Romania, 2016.10.20.

Vígh, E., Fogarasi, J., Fertő, I. (2017): Efficiency and productivity analysis of farms in a changing climate environment, In *Hungarian agriculture*, In: Szendrő Katalin, Horváthné Kovács Bernadett, Barna Róbert (szerk.): *Proceedings of the 6th International Conference of Economic Sciences*. Kaposvár, Hungary, 2017.05.16.

Vígh, E. (2017): Efficiency and productivity analysis of farms in a changing climate environment. An integrated assessment model analysis of climate change in Hungarian agriculture, *Hasselt University: Interdisciplinary PhD Expert Course for Young Researchers*, Hasselt, Belgium, 2017.06.01.

Bakucs, L.Z., Fertő, I., Vígh, E. (2017): Climatic conditions and crop productivity. Evidence from Hungary, *IAAE Inter-conference symposium*, University of Talca, Chile, 2017.10.17.

Vígh, E. (2017): Impacts of climate change on the efficiency in Hungarian crop sector, 7th EAAE PhD Workshop - “Challenges for young agro-food and natural resource economists facing the future”, Centre for Agro-food Economy and Development, Barcelona, Spain, 2017.11.08.

Vígh, E. (2017): A klímaváltozás értékelése a magyar mezőgazdaságban, Tudomány a vidék szolgálatában, MTA Szegedi Munkabizottság, Csongrád, 2017.11.17.

Pesti, Cs., Kis-Csatári, E., Vígh, E.Z. (2017): A modern mezőgazdaság környezeti hatásai, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara - TISZ tanácsadók szakmai képzése, Mezőkövesd, 2017.11.14.

Pesti, Cs., Kis-Csatári, E., Vígh, E.Z. (2017): A modern mezőgazdaság környezeti hatásai, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara - TISZ tanácsadók szakmai képzése, Szarvas, 2017.11.16.

Vígh, E. (2017): Környezeti hatások a magyar mezőgazdaságban, Maisadour Semences évnyitó rendezvény, Cserkeszőlő, 2017.11.7.

Rácz, K., Szabó, D., Vígh, E.Z. (2018): A rövid ellátási láncokban rejlő lehetőségek és kihívások, Tanyakutatás a Kárpát-medencében, Nagyvárad, 2018.01.16.

Vígh, E., Bakucs, Z., Fertő, I. (2018): Climate conditions and crop productivity. Evidency from Hungary, 92. Annual Coference of Agricultural Economics Society, Coventry, United Kingdom, 2018. 04. 16.

Vígh, E. (2018): Quantifying Greenhouse Gas Emission Hungarian Dairy and Pig Systems pp. 255-256., 2 p. In: Suzana, Sedmak; Suzana, Laporšek; Matjaž, Nahtigal; Matic, Novak; Patricia, Blatnik (szerk.), MIC 2018: Managing Global Diversities, Koper, Szlovénia: University of Primorska Press, 2018.

Vígh, E., Fogarasi J., Fertő I. (2018): Az éghajlatváltozás hatása a növénytermesztők hatékonyságának alakulására, 3. Partium-konferencia, Partiumi területi Kutatások Intézete, Nagyvárad, 2018.11.09.

Vígh, E., Miskó, K., Fogarasi, J. (2019): Marginal cost estimation of agricultural output and ecosystem services in Hungary. International Conference on Sustainable Economy and Agriculture, Kaposvár University, 2019. november 14.

Vígh, E. (2020): Vidékfejlesztési Program 2020 után: Fenntarthatóság és a természeti erőforrásokkal – pl. vízzel, talajjal, levegővel való hatékony gazdálkodás támogatása. Agrárminisztérium, Agrárkörnyezeti workshop, 2020. február 12.

Vígh, E. (2020): Vidékfejlesztési Program 2020 után: Fenntarthatóság és a természeti erőforrásokkal – pl. vízzel, talajjal, levegővel való hatékony gazdálkodás támogatása. Pest megyei fórum az éghajlatváltozáshoz való helyi alkalmazkodás elősegítéséért, 2020. március 04.

Vígh, E. (2020): Common Agricultural Policy after 2020 - Foster sustainable development and efficient management of natural resources. International Tourism and Hospitality Conference. Oradea, 2020. February 27-28.