SZENT ISTVÁN EGYETEM

GÖDÖLLŐ

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

A MEZŐGAZDASÁGI MŰSZAKI FEJLESZTÉS ÉS KUTATÁS HATÁSÁNAK MÉRÉSE

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Készítette:

Mohamed Zsuzsanna

GÖDÖLLŐ
2010

A doktori iskola

megnevezése: Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

tudományága: gazdálkodás- és szervezéstudomány

vezetője: **Dr. Szűcs István**
egyetemi tanár, MTA doktora
SZIE, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar,
Közgazdaságtudományi és Módszertani Intézet

Témavezető: **Dr. Puskás János**
egyetemi docens, a Közgazdaságtudomány Kandidátusa
SZIE, Víz- és Környezetgazdálkodási Kar

…….. …….
Az iskolavezető jóváhagyása A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS 5
1.1. A téma aktualitása 5
1.2. A kutatás hipotézisei és az alkalmazott módszertan 6

2. A SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA 11
2.1. A kutatás, műszaki fejlesztés és a gazdasági növekedés 11
2.2. A műszaki fejlesztés sajátosságai az agrárgazdaságban 15
2.3. A kutató-fejlesztő tevékenység teljesítményének mérése 16
2.4. A K+F tevékenység hatékonyságának mérésének lehetősége 19
2.5. Műszaki fejlesztés és a termelési tényezők hozadéka 21
2.6. A K+F tevékenység hatásának mérése a parciális hatékonyság alapján 23

3. AGRÁRKUTATÁSOK HELYZETE, FELADATAI ÉS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI 25
3.1. A primer vizsgálat adatbázisa 25
3.2. Az elemzések főbb eredményei 27

4. A KUTATÁSI HIPOTÉZISEK ELLENŐRZÉSE 35
4.1. A gazdasági fejlettség és a K+F intenzitás kapcsolata 35
4.2. A mezőgazdasági kutatás-fejlesztés intenzitásának hatása 45

5. ÚJ, VAGY ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK 85

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK 87

7. ÖSSZEFOGLALÁS 91

8. SUMMARY 95

9. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE 99

10. MELLÉKLETEK 101
M1. A felhasznált irodalom jegyzéke 101
M2. Az 1 ha mg. területre jutó agrár GDP és az 1 ha mg. területre jutó biotechnikai patentek számának kapcsolatát mutató különböző típusú egyenletek összehasonlító adatai 103
M3. Ábrák jegyzéke 104
M4. Táblázatok jegyzéke 106

1. BEVEZETÉS

1.1. A téma aktualitása

A kutatás-fejlesztési tevékenység intenzitása lényeges hatást gyakorol az országok, régiók, ágazatok teljesítőképességére. Ez teremti meg a technológiai korszerűsítés lehetőségeit, az új termékek előállításának és bevezetésének tudományos alapjait, a termelési költségek csökkentését, a minőség javítását, általában egy-egy vállalkozás, vagy ország hazai és nemzetközi versenyképességének fokozását.

Magyarország jó adottságokkal rendelkezik a korszerű agrárgazdasági termelés számára a megfelelő minőségű és mennyiségű mezőgazdasági termék előállításhoz. **A magyar agrárgazdaság növekedési tartalékainak kihasználása nagyban hozzájárulhat a foglalkoztatottság javításához, a vidéki népesség megőrzéséhez és helyben tartásához, a hazai élelmiszerellátás biztonságához és a külkereskedelmi bevételek növeléséhez**. A magyar agrárgazdaság sokkal jelentősebb gazdasági szektora a nemzetgazdaságnak, mint ami a GDP-hez való közvetlen hozzájárulásából következik. Az agrárgazdaság szerepének megítélésekor ki kell emelni, hogy a 2007. évi 3,6%-os GDP részesedési arány csak a mezőgazdasági termelést tükrözi. Magyarországon is az a jellemző, hogy az alapanyag termelésről a hangsúly fokozatosan áthelyeződött a szélesebb értelemben vett agrárgazdaság (agrobiznisz) termelést megelőző, illetve követő fázisra. Számítások szerint hazánkban az agrobiznisz aránya a GDP termelésben 12-13%. (Megjegyzem, hogy a dolgozatomban az „agrár" szóhasználatot mindvégig a „mezőgazdaság" megfelelőjeként használom, megkülönböztetve az élelmiszergazdaságtól).

A magyar mezőgazdasági kutatások az elmúlt években több problémával küzdöttek:

- *A nemzeti kutatási-fejlesztési ráfordítások GDP-n belüli aránya az EU-17 átlagnak mintegy felét teszik ki, a vállalati kutatási-fejlesztési ráfordítások pedig az egyharmadát jelentik.*
- ***A mezőgazdasági kutatás-fejlesztés létszámadatai szűkös kapacitásra utalnak.****(Az ezer foglalkoztatottra jutó kutatók száma Magyarországon 4,1 fő, míg az EU-25 átlaga 6,0 fő.)* ***A kutatási tevékenyég elaprózott****,* nem, vagy nehezen jöttek létre a hatékony munkához elengedhetetlen kritikus létszámú tudásközpontok, kutatóközpontok, kutatócsoportok. A magyar kutatók publikációs teljesítménye – költség-haszon szemléletű összehasonlításban – felülmúlja az EU-15 átlagot. A külföldi szabadalmak, az európai és az amerikai magas technológiájú szabadalmak területén viszont elmaradnak az EU átlagtól.
- ***Túl hosszú a kutatási eredmények bevezetésének időigénye.***
- ***Hiányosak az innovációt támogató tőkepiaci eszközök.***
- Kedvezőtlen a kutatás-fejlesztés erőforrások regionális elosztása, kétharmados közép-magyarországi koncentráltságot mutat.

A kutatás-fejlesztés költséges, drága tevékenység, amelynek költségeit részben az állam, részben azok a vállalkozások finanszírozzák, akik a kutatási eredményekből jelentős hozamot remélnek.

Fontos ezért annak mérése, hogy a kutatási ráfordítások hogyan térülnek meg, meghozzák-e a várt eredményeket, érdemes-e további erőfeszítéseket tenni a K+F intenzitás fokozására. **Kutató munkám, illetve a PhD értekezésem célja végül is egyrészt az agrárkutatások helyzetének bemutatása, sajátosságainak kiemelése, másrészt annak kimutatása, hogy a hazai, illetve nemzetközi szinten az agrárkutatás milyen számszakilag mérhető szerepet játszanak a GDP növekedésében**, ezen belül is külön hangsúlyt helyezve a biotechnológiai kutatások elemzésére.

A kutatások megalapozása céljából széles körű hazai és nemzetközi irodalom feldolgozását végeztem, annak alapján fogalmaztam meg kutatási hipotéziseimet, a hipotézisek bizonyításához szükséges módszertani eljárásokat, majd a megfelelő mélységű információs háttérigényeket. A legtöbb gondot az adatbázis összeállítása jelentette, hiszen a hazai hivatalos statisztikai adatok, de a nemzetközi szinten rendelkezésre álló adatok meglehetősen aggregátak s kevésbé alkalmasak mélyebb elemzések elvégzésére.

Az agrárkutatási tevékenység szervezését, intézményrendszerének kialakítását és a hatékony kutatások végzését nehezítik a mezőgazdasági termelés sajátosságai. Ezek közül néhányat emelek ki:

- A mezőgazdaságban a termőföld.
- A mezőgazdasági termelésben a termékek helyettesíthetőségi lehetősége igen nagy. Ebből fakadóan a termelés bővítésének útjai eltérőek a többi ásványvagyonhoz képest. A bővítés irányai mind intenzív, mint extenzív módon lehetségesek, sőt az olyan bővítésnek is tág tere van, amikor egyik termék kiszorítja a másikat.

- A mezőgazdaság termelésének jelentős részét exportálja. Ezért erős a világpiactól való függőség, mivel csak akkor lehet realizálni az exportot, ha megfelel a külpiaci versenykövetelményeknek. Ezen túlmenően a többi természeti erőforráshoz képest a helyzeti járadék is nagy szerepet játszik a hazai termelési költség és ezzel együtt az exportgazdaságosság alakulásában.

- A föld-erőforrás igénybevételét jelentősen befolyásolja a történelmileg kialakult friss fogyasztási körzetek és a mezőgazdaság termékeit feldolgozó vállalatok vonzáskörzetei, az egész országban csak nagy költséggel befolyásolható, kötött térszerkezete. A vonzáskörzetben termelt termékek plusz járadékkal rendelkeznek. Míg a vonzáskörzeten kívüli termelők ezekhez képest hátrányban vannak. Emiatt különösen figyelembe kell, venni, hogy országos szinten érvényesüljön az az alapvető követelmény, hogy az alapanyag termelés – szállítás – feldolgozás együttes költsége minimális legyen. E téren jelentős kutatás-fejlesztési, logisztikai feladatok vannak.

1.2. A kutatás hipotézisei és az alkalmazott módszertan

A hazai és a nemzetközi szakirodalom feldolgozása, valamint az adatbázis összeállítása során szerzett tapasztalataim alapján az alábbi hipotézisekből indultam ki:

H_1 hipotézis:

- ***Az országok gazdasági fejlettsége és a tudományos kutatás-fejlesztés intenzitása között szoros korrelációs összefüggés van. Tehát minél fejlettebb egy ország, annál többet áldoz a tudományos kutatási eredmények létrehozására és alkalmazására.***

H_2 hipotézis:

- ***A mezőgazdaságban a mezőgazdasági GDP alakulásához a három fő termelési tényezőn (munka, tőke, föld) kívül a kutatási tevékenység intenzitása is jelentős mértékben hozzájárul.***

H_3 hipotézis:

- ***A mezőgazdasági termelésben az új tudományos eredmények közül a biotechnológiai eredményeknek kitüntetett jelentősége van. Feltételezem, hogy a mezőgazdaság eredményei a biotechnológiai kutatásokra fordított kiadások nagysága között statisztikailag igazolható összefüggés van.***

A hipotéziseimet a szekunder kutatások (a vonatkozó hazai és nemzetközi irodalmi eredményeinek értékelése) mellett primer kutatásokkal, statisztikai számításokkal próbálom meg alátámasztani.

Az első hipotézis esetében regressziós kapcsolatok elemzésével vizsgálom:

- az 1 főre jutó GDP és az ország gazdasági fejlettsége közötti kapcsolatot. Az alábbi tényezők közötti összefüggést elemeztem:

$$y = f(x_1)$$

ahol:
y = az 1 főre jutó GDP, €/fő;

x_1 = 1 főre jutó K+F ráfordítás, €/fő;

- mezőgazdaság esetében az 1 ha mezőgazdasági területre jutó mezőgazdasági K+F ráfordítás és az 1 ha-ra jutó mezőgazdasági GDP.

$$y_m = f(x_2)$$

ahol:
y_m = mezőgazdasági GDP, €/ha;
x_2 = mezőgazdasági K+F ráfordítás: €/ha.

A második hipotézisemet a főbb termelési tényezők közötti kapcsolat termelési függvénnyel történő számszerűsítése segítségével kísérelem meg igazolni:

$$y_1 = f(M, T, F, \mathrm{X_m})$$

ahol:
y_1 = az összes mezőgazdasági GDP, ezer €
M = a mezőgazdasági dolgozói létszám, ezer fő
T = a mezőgazdaság összes eszközállománya, ezer €/fő
F = a mezőgazdasági földterület, ezer ha
X_m = a mezőgazdaság összes K+F ráfordítás, ezer €

illetve az alábbi függvény illesztésével:

$$y_1 = f(M\ T\ F\ X_m, X_b)$$

ahol:
X_b = a mezőgazdasági biotechnológiai kutatások K+F ráfordítása, ezer €.

Az összefüggést C-D típusú termelési függvényekkel számoltam ki:

$$y_1 = a \cdot M^{\alpha} \cdot T^{\beta} \cdot F^{\chi} \cdot X_m^{\delta},$$

amelyet lineáris alakra vezettem vissza.

$$\log y_1 = \log a + \alpha \log M + \beta \log T + \chi \log F + \delta \cdot \log X_1,$$

illetve:

$$y_1 = \mathrm{a} \cdot M^{\alpha} \cdot T^{\beta} \cdot F^{\chi} \cdot \mathrm{X}_{\mathrm{m}}^{\delta} \cdot X_b^{\varepsilon}$$

Ennek transzformált

$$\log y_1 = \log a + \alpha \log M + \beta \log T + \chi \log F + \delta \cdot \log X_m + \varepsilon \log X_l,$$

Ha elosztjuk el a függvényeket $\log y_1$ értékkel, akkor a következő formulához jutunk:

$$\frac{\log y_1}{\log y_1} - \frac{a}{\log y_1} + \frac{\alpha \mathrm{logM}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\beta \mathrm{logT}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\chi \mathrm{logF}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\delta \mathrm{logX}_{\mathrm{m}}}{\mathrm{logy}_1}$$

illetve:

$$\frac{\log y_1}{\log y_1} = \frac{a}{\log y_1} + \frac{\alpha \mathrm{logM}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\beta \mathrm{logT}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\chi \mathrm{logF}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\delta \mathrm{logX}_{\mathrm{m}}}{\mathrm{logy}_1} + \frac{\varepsilon \log X_1}{\log y_1}$$

Könnyű belátni, hogy az osztás után megoszlási viszonyszámokhoz jutunk:

ha:

$$\frac{a}{\log y_1} = m_1$$

$$\frac{\alpha \log M}{\log y_1} = m_2$$

$$\frac{\beta \log T}{\log y_1} = m_3$$

$$\frac{\chi logF}{logy_1} = m_4$$

$$\frac{\delta logX_3}{logy_1} = m_5$$

akkor:

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 = 1$$

A másik függvény esetében az $\varepsilon \log X_b / \log y_1 = m_1$ taggal bővül az egyenletünk, tehát

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 = 1$$

Ezzel az átalakítással olyan megoldási viszonyszámokhoz jutunk, melyek egyértelműen leírják az egyes hatótényezők szerepét az eredmény változó alakulásában.

Az agrár K+F ráfordítások szerepe az agrár GDP alakulásában:

$$\frac{m_5}{\log y_1}$$

amelyet %-ban és értékösszegben is kifejezhetünk.

Az agrár K+F ráfordítások és a biotechnológiai kutatások költségének együttes hatása:

$$\frac{m_5}{\log y_1} + \frac{m_6}{logy_1}$$

amely szintén kifejezhető %-ban és értékben is.

A harmadik hipotézisem igazolását az alábbi függvények számolásával próbálom bizonyítani:

$$y_1 = f(X_b), \text{ illetve}$$

$$y_1 = f(X_b^a)$$

ahol X_b^a = a mezőgazdasági biotechnológia ráfordítások relatív nagysága az összes biotechnológiai kutatáson belül.

$$y_2 = f(X_b^a)$$

ahol y_2 = a GMO terület mezőgazdasági területen belüli aránya, %.

A számításokat az EU tagországokra terjesztem ki, egy-két esetben más országokat is bevontam az elemzésbe.

Mint a fentiekből is következik a gazdasági helyzet általános bemutatása során az egyszerű összehasonlító elemzés alapvető mutatószámait, dinamikus viszonyszámokat, megoszlási viszonyszámokat, egyszerű és összetett statisztikai táblázatok szerkesztését, illetve különböző diagramokat alkalmaztam. Az elemzési módszerek segítségével jól be tudtam mutatni a kutatási kapacitás változását. A K+F költségeket és a beruházások változását, a kutatási kapacitás regionális összetételét és annak változását, stb.

A tendenciák bemutatására, a változások ütemének és mértékének számítására kihasználtam az analitikus trendszámításban rejlő lehetőségeket.

A lineáris és az exponenciális trendegyenletek illesztése bizonyult a leghasznosabbnak.

A módszertani támogatást a korrelációs és regresszió-analízis fegyvertára jelentette. A kétváltozós lineáris és nem lineáris függvények különböző típusait számoltam ki, illetve a többváltozós tényező elemzésnél a módosított Cobb-Douglas függvényeket alkalmaztam.

A függvények számítását általában az Analysis ToolPak bővítmény igénybevételével végeztem el. Ezt az eljárást a Microsoft Excel külön csomagja tartalmazza, s rendkívül gyors, s jól alkalmazható az ilyen típusú számítások végzésére. Megadjuk az elemzéshez szükséges adatokat és paramétereket, az eljárás pedig a megfelelő statisztikai, illetve matematikai függvényekkel végrehajtja a számításokat. Az eredményeket egy előre kijelölt eredmény-táblázatban jeleníti meg. Igénynek megfelelően a kapcsolódó variáció-táblázatot is kiszámolja.

Módszertani eljárások között megemlítem még, hogy a bizonyításokhoz szükséges számításához további módszereket, trend előrejelzéseket, illetve becslő függvényeket is alkalmaztam.

2. A SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA

A szakirodalom feldolgozását úgy kíséreltem meg rendszerezni, hogy a levont fontosabb megállapításaim segítsék a kutatási célkitűzésem elérését, tehát a szakirodalom feldolgozását szekunder kutatásként kezelem.

2.1. A kutatás, műszaki fejlesztés és a gazdasági növekedés

A folyamatos műszaki-gazdasági megújulás, az innováció a gazdasági növekedés motorja, aminek az alapja a magas szinten művelt alap és alkalmazott kutatás. ***„Összetett folyamat, melynek végső célja valamilyen újdonság, eredeti ötlet – általában termék vagy eljárás formájában történő – sikeres piacra-vitele***”(Husti István, 2008)

Az **alap- és alkalmazott kutatást** nem nélkülözhetik az agrárinnovációs folyamatok sem. A mezőgazdaság sajátosságainak megfelelően eltérő kutatási feladatok adódnak a növénytermelési, a kertészeti és az állattartási területeken.

Fontos szerepe van a **műszaki fejlesztésnek**, mert annak feladata a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásának előkészítése, továbbá a termelésfejlesztés egyéb összetevőinek biztosítása.
A természeti adottságok kedvező vagy kedvezőtlen volta a különböző gazdasági ágakban, ágazatokban eltérő módon hat a javak termelésének költségére. Legjobban a kitermelő-iparágakban és a mezőgazdaságban érzékelhető ez az összefüggés, ami közvetve az egész gazdaságra is kihat. Az ipar nyersanyag-ellátását és energiahordozó-szükségletét biztosító bányászat meghatározó a gazdaság számára, de igen határozott összefüggést mutat a mezőgazdasági termelés esetében is a gazdaságfejlődéssel. A mezőgazdaság teljesen vagy részben biztosíthatja a lakosság élelmiszer ellátását és nyersanyagot szolgáltathat. Exportja megteremtheti egyéb fontos beruházási javak importjának lehetőségét, munkaerőt szabadíthat fel, más gazdasági ágak számára, ezáltal serkentheti azok növekedését. A természeti tényezőknek, a földrajzi környezet különböző adottságainak (domborzat, geológiai adottságok, víznyerési lehetőségek stb.) figyelembevétele jelentős közgazdasági eredményjavulást hozhat, és a régiók közötti ésszerű munkamegosztást indukálhatja. A nemzetközi és területi munkamegosztásban különösen a mezőgazdaság esetében jut nagy szerep az éghajlati és talajadottságoknak. A gazdasági szokások irányainak kialakulásában és fejlődési ütemében is egyértelműen észrevehető a természeti adottságok szerepe.

Közlekedésben a munka termelékenységét jelentősen növelhetik, vagy csökkenthetik pl. a domborzati akadályok, az éghajlati adottságok (pl. a fagymentes évszakok hossza a belvízi

hajózásban) meghatározta körülmények. Az építőipar beruházásainak mértékére jelentős hatással vannak az éghajlati, talajmechanikai viszonyok. Az idegenforgalomra vonatkozóan is elmondható, hogy a különböző természetföldrajzi tényezők hatása az átlagosnál nagyobb.

A természeti környezet táji-, zonális adottságainak különbsége a munkafeltételekre és a napi életritmus kialakulására is erősen hat. Ez esetenként többletjövedelem forrása is lehet olyan területeken, ahol például üdülésre kiválóan alkalmas tájak idegenforgalmi vonzerőt jelentenek. A foglalkoztatási problémák megoldásához is hozzájárulhat, hiszen az előnyös természeti feltételek megakadályozhatják a népesség elvándorlását, kedvező munkalehetőségeket teremthetnek.

„Természeti erőforrásokon azokat a természetben meglévő – esetenként emberi munkával fejleszthető –, ***kiaknázható adottságokat értjük, amelyeket a társadalom annak valamely fejlettségi szintje mellett szükségleteinek kielégítésére fordít”*** (Márkus L., 2000.) Erőforrásnak a természet számtalan kincséből az minősül, amely valamely szempontból alkalmas vagy alkalmassá tehető emberi szükséglet kielégítésére. Az emberi szükségletek a természet és a társadalom közötti sajátos viszonyt, kölcsönkapcsolatot hoznak létre, amelynek keretében az adott társadalmi – gazdasági környezetben a természet adottságait felhasználható erőforrássá alakítják át. A természeti erőforrások szerepének és hatásmechanizmusának feltárásakor mindig az adott sajátos társadalmi környezet által meghatározott kölcsönkapcsolatokat kell elemeznünk. A természeti erőforrások igen tág körének nincs piaca, így ára sincs (pl. a tiszta levegő). Az is igaz, hogy az utóbbi években – a fenntartható fejlődés követelményeinek érvényesülésével – különös figyelem fordult az üvegház-hatású gázok irányába, igyekezve azok kibocsátását korlátozni.

„Az MTA Természeti Erőforrások Koordinációs Irodája szerint a természeti erőforrások három fő csoportba sorolhatók:

- ***az első csoportba*** a földkéreg ásványi nyersanyag – előfordulásai, azaz az energiahordozók, amelyek megújítása belátható időtávon belül nem lehetséges.
- ***a második csoportba*** a földfelszín természetes erőforrásai, a mező – és erdőgazdasági termőhelyek tartoznak, amelyek megújulnak, illetve megújíthatók.
- ***a harmadik csoportot*** a légkör természeti erőforrásai – levegő, napsugárzás – alkotják.
- **A természeti erőforrások kialakulásának időintervallumát figyelembe véve:**
    - ***nem megújuló, kimeríthető (stock),***
    - megújuló, folyamatosan megújítható (flow) erőforrásokat különíthetünk el.(Szűcs I., 1990.)

A föld és a népesség viszonya alapvető az adott társadalom szervezetére, a mezőgazdaságon túlmenően visszatükröződik a családi szervezetben, a munkarendszerben, a politikában. Ezért nagy jelentősége van a nép és a föld legcélszerűbb viszonyát kialakító állami intézkedéseknek. Az agrárpolitikának az „illető ország különleges viszonyaihoz kell igazodnia” a természettől való nagyobb függés, az általános kulturális színvonal fontos szerepe miatt”, ezért több

környezetismeret szükséges idegen ország agrárpolitikájának megértéséhez és több megfontolás külföldi intézkedések átültetéséhez." (Ihrig K.,1941.189.p)

A föld és a népesség viszonyától függ a mezőgazdasági népesség felemelkedési lehetősége, ugyanakkor az intenzív, mezőgazdasági kultúra nem előfeltétele, de következménye a fejlett ipari termelésnek. A föld eltartóképessége, hogy tud-e munkaalkalmat, jobb megélhetést biztosítani, függ a termőföld termékenységétől, szaporíthatóságán túlmenően a termelés intenzitásától (a művelési ágak arányától, a termelés szerkezetétől, a felhasznált eszközök mennyiségétől és korszerűségétől stb.) azonban mindez (figyelemmel a népszaporulatra, a mezőgazdaság idényszerűségére stb.) kevés munkakeresletet ad. **Az ipar és a szolgáltató szféra munkaalkalom-teremtő képessége ezért is előfeltétele a mezőgazdaság fejlődésének is**. Az agrárfejlődés vizsgálata ezért komplex szemléletmódot követel meg.
A magyar mezőgazdaság műszaki fejlesztésének közgazdasági alapjait Dimény Imre foglalta egységes rendszerbe. Az Agrárpolitikai megfontolások és műszaki fejlesztés című tanulmányában a következőket fogalmazta meg:
„Ma a mezőgazdaságnak ugyancsak kicsi a jövedelemtermelő képessége. A nagyüzemi struktúrát, és vele szimbiózisban élő jövedelemkiegészítő és termelésképes háztáji gazdasági rendszert gyakorlatilag lebontották, de késik az új felépítése. A növekvő adó- és tb-terhek miatt a gazdálkodók nem tudnak fejlesztési forrásokat képezni. A termelő, mivel nem tudja fedezni kiadásait, hitelre szorul, amelynek kamata több mint kétszerese a jövedelmezőségi rátának. Ezért kényszerül arra, hogy kivonja a tőkét a mezőgazdaságból, eladja az állatokat és a földet. (Dimény I.,1985. 183.p.) A műszaki fejlesztés alapja a tudományos-technikai forradalom. A műszaki fejlesztés tudományos megalapozásának feltételei a kutatásban teremtődnek meg, majd ezt követően megkezdődnek a tudományos eredmények gyakorlati elterjesztésének feladatai. A műszaki fejlesztés gazdasági célrendszere meglehetősen összetett. Napjainkban az elsődleges törekvés az elért profit tömegének és színvonalának növelése. Az ehhez kapcsolódó járulékos célkitűzések között szerepel a munka termelékenységének fokozása, a munkafeltételek javítása, az önköltség csökkentése, a hozamok, illetve a termelési érték növelése, a minőség javítása, továbbá a választék bővítése. E célkitűzések elérésére egyidejűleg törekednek, hiszen ezek kölcsönhatásban vannak. A felsorolás nem felel meg szükségszerűen a fontossági sorrendnek is.

A műszaki fejlesztés célja:

- A munka termelékenységének fokozása (önköltség csökkentése).
- A terméshozamok növelése.
- A munkafelvételek javítása.
- A lakossági fogyasztások minél magasabb szintű kiszolgálása.
- Választék bővítése.
- Minőség javítása.

A **műszaki fejlesztés** fogalmának, célrendszerének, a **korszerűség** tartalmi meghatározásának kérdése Magyarországon is a szakmai viták homlokterében állt. Így tehát értelmezése szerint a **műszaki fejlettség gazdasági kategória**. **Fenyvesi László** szerint „Fontos az is, hogy bizonyos mértékben, az agrárkutatások esetén az alapkutatás is a termelési folyamat része kell legyen. A

mezőgazdasági termelés egyes szakterületein létezik tehát alap- alkalmazott kutatás, termelés és piaci tevékenység. Magyarországon az innovációs lánc két pontján van nagyobb probléma: a kutatási feladatok olyan kijelölésénél, hogy azok segítői legyenek egy piacképes termék kidolgozásának. A másik nagy probléma a kutatás eredményeinek gyakorlati realizálásánál jelentkezik azaz, hogy sikeres „eladható" termék, módszer, eredmény szülessen." (Fenyvesi L., 2008)

A kutatáson alapul a fejlesztés, melynek során elkészül a prototípus, majd a nullszéria, amelyeknek tesztelése után megkezdődhet az új fejlesztés eredményeként létrejött termelőeszközök üzemi elterjesztése, alkalmazása. Az alkalmazott kutatások és a fejlesztés (K+F) feladatainak végrehajtására az iparvállalatokban kutató-fejlesztő részlegeket szerveztek, s a mezőgazdaság területén hasonló funkciókat ellátó egységek jöttek létre különösen a mezőgazdasági kombinátokban és állami gazdaságokban, valamint a mezőgazdasági vállalatoktól elkülönült, erre a célra szakosodott speciális szervezetek keretében. A 90-es évtized társadalmi-gazdasági átalakulása visszavetette a hazai kutató-fejlesztő tevékenységet. Az iparvállalatok új, külföldi tulajdonosai felszámolták a magyar cégek fejlesztő részlegeit, az országgyűlés pedig elsőként a mezőgazdasági kutatóhelyek állami támogatását csökkentette igen jelentős mértékben. E negatív folyamat az utóbbi időben megfordulni látszik, mivel a külföld is felismerte a magyar kutatók rátermettségét, s az alkalmazásukban rejlő költségmegtakarítás lehetőségét. **A K+F tevékenységet az adaptáció folyamatának kell kiegészítenie, hiszen a tárgyiasult formában megjelenő termelőeszközök rendkívül eltérő felhasználási paraméterekkel rendelkeznek**, továbbá bekerülési és üzemeltetési költségeik is számottevően különböznek. **Ezért rendszerbe állításuk és technológiába illesztésük során mérlegelni szükséges, hogy a termelés milyen intenzitási szintjéhez kapcsolhatók, milyen nagyságrendű kibocsátáshoz és várható profittömeghez illeszkednek**. A kutatás-fejlesztési ráfordítások **regionális megoszlására** is a Budapest központúság jellemző.

A kutatás, fejlesztés és az adaptáció az **agrár innovációs folyamat összetevői**. Az alapkutatás és alkalmazott kutatások nyomán új eljárások, illetve új fajták kerülnek kifejlesztésre, amelyek a műszaki fejlesztésben integrálódnak. A műszaki fejlesztés ugyancsak magába foglalja a felhasznált anyagokat, tapasztalatokat és információkat, összességében a tudást, az ismereteket, valamint az eszközöket, a piackutatás és piacelemzés tapasztalatait összegezve a piaci igényeket és lehetőségeket. Ezen alapul és erre építkezik a termelés, a feldolgozás és a forgalmazás vertikális rendszere. A műszaki fejlesztés két fő irányzata a **gyártmány-** illetve a **gyártásfejlesztés**. A mezőgazdaságra elsősorban a gyártásfejlesztés, tehát a termék előállítás technológiai rendszerének, illetve a rendszer elemeinek a fejlesztése jellemző. A mezőgazdaság – lévén, hogy alapanyagok, nyersanyagok előállításával foglalkozik – a gyártmányfejlesztésben viszonylag csekély előrehaladást ér el, termékei többnyire tradicionálisak, termelésük és felhasználásuk a távoli történelmi múltba nyúlik vissza. A műszaki fejlesztés **tényezői**t a technikai, biológiai, humán, összefoglalóan a technológiai tényezők körébe soroljuk. **Dougherty, D.** megfogalmazása szerint az „innováció egy új termék vagy szolgáltatás koncepciójának megalkotása, fejlesztése, gyártmányfejlesztése, gyártása, piacra dobása és folyamatos menedzselése". Dougherty, D. (1996)

Komplex szemléletmódot igényel a fenntartható fejlődés követelményrendszere is. „A fenntartható fejlődés értelmében sikerül összhangot teremteni a társadalom anyagi igénye, a népesség növekedése, a természeti erőforrások hasznosítása között, egyúttal minimalizálva a környezet szennyezését”. (W.W. Nerona and Company, New York, 1981.) Láng István és Csete László szerint ebben a folyamatban döntő jelentősége van a műszaki-technikai haladásnak. „…a nemzetgazdaság minden területén” (Láng István-Csete László, 1996).

A szakirodalmi feldolgozás során mindenképpen ki kell emelni az OECD innovációs stratégiáját. A tudománnyal és technológiával kapcsolatos tevékenységet a Directorate for Science, Technology and Industry koordinálja. A szakterületért felelős bizottság a Committee for Scientific and Technological Policy. A Bizottság elkészítette ország- tanulmányát a magyar innovációs rendszerről. (OECD Reviews of Innovation Policy – Hungary, 2008)

Ebből az ország tanulmányból a következőket célszerű kiemelni:

- A kormányzati politika meghatározó szerepet játszhat az innovációs teljesítmény javításában, a kedvező keretfeltételek megteremtésével.
- Magyarországnak növelnie kell K+F beruházásait és a K+F intenzitás tekintetében is fel kell zárkóznia.
- A vállalati szektor és a tudományos szféra kapcsolatait olyan további intézkedésekkel kell megszilárdítani, amelyek az üzleti vállalkozások, köztük különösen a KKV-k abszorpciós képességeit erősítik.
- Hiányoznak a szigorú követelmények. Ha a finanszírozás mértéke erősebben kötődne a teljesítményhez, az segítené a kutatási tevékenységek kritikus tömegének megteremtését és javítaná a kiválósági központok nemzetközi versenyképességét.
- A műszaki fejlesztés számára nem elegendő a szakember-kibocsátás. Magyarország a frissen végzett diplomások arányában kevesebb természettudományi és műszaki diplomást képez, mint a legtöbb OECD-ország. Ha az innovációs tevékenység megélénkül, a képzett munkaerő hiánya a fejlődés egyik fő akadálya lesz Magyarországon. (OECD, 2008).

2.2. A műszaki fejlesztés sajátosságai az agrárgazdaságban

A mezőgazdaságnak számos olyan sajátossága van, amely alapjaiban meghatározza az új eredmények elérésének és alkalmazásának lehetőségeit, sőt a K+F tevékenység hatékonyságát, megtérülési esélyeit is. Szűcs István megfogalmazása szerint ezek a következők:

- **A termőterület** (termőföld) **felső korlátja**, ami arra utal, hogy a termőterület tetszés szerint nem bővíthető, hiszen azt behatárolja a rendelkezésre álló összes terület, valamint a művelésre alkalmas terület kiterjedése, korlátozó tényezőként jelentkezik a gazdasági racionalitás.
- A termőhely sajátosságainak mélyreható ismerete egyik elengedhetetlenül fontos záloga a sikeres mezőgazdasági tevékenységnek. A hozamokat csak önmagában vizsgáló, magas

ráfordításokkal (növényvédő szer, műtrágya, gépi munka) dolgozó mezőgazdasági termelés nem tudja ezt megvalósítani. A környezeti- és energiaválság, az agrárolló kinyílása, a romló hatékonyság, éleződő versenyfeltételek, szigorodó növényvédelmi előírások új megoldások bevezetésére kényszerítik a mezőgazdasági termelőket.
Jelenleg az információs társadalom korában élünk, mely sajátos módon, az ún. precíziós mezőgazdasági termelés formájában jelenik meg az agráriumban. Ennek lényege, hogy a természeti-környezeti adottságokat maximálisan figyelembe veszik és kihasználják a gazdálkodás, illetve a termesztéstechnológia során. A termőhelyet nem homogén egységként értelmezik. A precíziós mezőgazdaság egyaránt magában foglalja a térinformatikát, a távérzékelést, a teljes termesztési szerkezetet, ennek technológiáit és gépesítését.

- A tőke- és föld koncentráció (centralizáció) előrehaladása. A termelés erőteljes szakosítása (specializációja), az ágazati méretek látványos növekedése.
- A gazdaságok, termelőegységek számának csökkenése.
- A gazdasági fejlődés következményeként **növekvő** tendenciát mutat a mezőgazdaságon kívüli forrásokból eredő (ipari) inputoké.
- Az előzővel párhuzamosan csökken az élőmunka és az állati vonóerő felhasználása, valamint a **mezőgazdasági eredetű felhasználás**. A mezőgazdaságban dolgozók számának csökkenésével nő az élőmunka termelékenysége.
- Ennek nyomán **csökken az** igaerő, valamint a mezőgazdasági munkaerő **önfogyasztása**, valamint ezek termőterület és egyéb erőforrás igénye. Magyarországon, az 1990-es években a mezőgazdaság átalakításának körülményei között, átmenetileg ezzel ellentétes tendencia jelentkezett.
- Jellemzően **bővül az árukibocsátás**, melynek időlegesen ellene hat a szociális szféra igénye, valamint az önellátás kényszerű térnyerése.
- A kialakuló erőforrás kombináció determináns csomópontja a biológiai faktor, ami azt jelenti, hogy annak teljesítőképessége, valamint egyéb tulajdonságai határozzák meg a termelési rendszer egészére jellemző ráfordítás - hozam viszonyokat. A **biológiai tényező** ily módon **meghatározza a többi erőforrások érvényesülését** és hatékonyságát is.
- **Bővülnek a szállítási feladatok** és költségek, amit a szállítási távolságok növekedése és a szállított volumen növekedése idéz elő. Hazánknak is számolnia kell a mezőgazdasági termékek abszolút, vagy relatív többletének kialakulásával, ezért arra kényszerülünk, hogy termékeink egyre növekvő részét távolabbi piacokon értékesítsük. Ezt a problémát azonban egyelőre az agrártermelés számottevő visszaesése nyilvánvalóan enyhíti.
- A műszaki fejlesztés eredményeként, a körülmények javulásával **mérsékelhetők** a tárolási, feldolgozási, forgalmazási **veszteségek.**
- Továbbá **enyhíthetők a negatív természeti hatások**, amelyek az évjárattal, illetve a kártevők és kórokozók tömeges megjelenésével függenek össze.

2.3. A kutató-fejlesztő tevékenység teljesítményének mérése

A kutatás a tudományos munka egyik legjelentősebb része, és mint ilyen, meghatározóan befolyásolja munkánk kimenetelét. A primer és szekunderkutatás során szerzett adatok és ezen adatok rendszerezett, elemzett formában való mérése az egész tudományos munka végkifejletét rendszerezi olyan formába, amiből már levonhatók a végső következtetések. Különböző tudományágak tesznek erőfeszítéseket annak érdekében, hogy minél hatékonyabb indikátorokat fejlesszenek ki, amelyek alapján pontosabb következtetések vonhatók le a kutatás eredményeivel

kapcsolatban. Jelen dolgozatban, inkább a közgazdasági és az általános kutatási eredmények mérési lehetőségeire koncentráltam.

Az ökonómiai érték mérése

Tomcsányi Pál szerint (Tomcsányi, 1998) a mérés tulajdonképpen valamivel való összehasonlítás. A kutatási eredmények mérése alapvetően különbözik alapkutatási és alkalmazott kutatási, illetve műszaki fejlesztés esetében. Az alapkutatások eredményei sokszor csak hosszabb idő eltelte után, az alkalmazott kutatások, illetve a kísérleti fejlesztési feladatok elvégzése, s a bevezetéshez szükséges anyagi erőforrások előteremtése után hasznosulhatnak. Tudománymetriai szempontból itt főleg az egyéni kutatók és kutató közösségek publikációs tevékenységével mérhető a kutatás hatékonysága. Alkalmazott kutatások esetében azonban már a megrendelő konkrét haszon kimutatását követeli meg.

A teljesítményorientált társadalmakban minden tevékenység eredményeit számba veszik, hasznát, értékeit, gyengeségeit kimutatják. Nem lehet kivétel ez alól a tudományos kutatás sem. A kutató szubjektív tudományos eredménye akkor hasznosul, ha közleményben objektiválva hozzáférhetővé válhat mások számára is. Ezért a tudományos teljesítmény egyik kézenfekvő, általában alkalmazott mutatója a kutató publikációinak száma, ami megadható „önbevallással" vagy adatbankokból. Ma már szakosodott intézmények, szervezetek foglalkoznak a tudományos teljesítmények értékelésével, pl. az International Council of Scientific Unions: ICSU (Tudományos Egyesületek Nemzetközi Tanácsa), az Institut of Scientific Information: ISI (Tudományos Információs Intézet); nemzetközi ismeretségű szakfolyóiratok többé-kevésbé rendszeresen közlik országok, intézmények rangsorát az alapkutatások eredményessége alapján (pl. az amerikai Science Watch).

A visszhangtalan közlemény hatástalan. A tudományos eredmény hatását (angolul 'impact': hatás, befolyás) az általa kiváltott szakmai reagálások (viták, idézetek, recenziók, hivatkozások, a témával foglalkozó művek, szakirodalom-jegyzékek stb.) **jelzik megbízhatóan**. Ezek számszerűsíthetők, indexelhetők. Néhány kardinális kérdésben egyetértés született.

a) A tudományos teljesítmények egyéni, országos és nemzetközi összehasonlítása érdekében szükségesek standardindexelési eljárások.
b) Az összehasonlító indexek kidolgozásának két fő bázisa a kutató (csoport, int.) által megjelentetett publikációk száma és a jelentős szakmai fórumokon, kiadványokban, szakirodalmi művekben rájuk történő hivatkozás. – A „jelentős fórum" minősítés szaktudományonkénti megegyezésen alapul.

A 70-es évek elején az ISI által kiadott Science Citation Index: SCI (Tudományos Idézetségi Index) adatbázisában feldolgozott mintegy 2500 folyóiratból 25 folyóiratra (1%) hivatkoztak az összes hivatkozás 24%-ában, nemzetközi viszonylatban ezek voltak a legjelentősebb folyóiratok.

Két alapvető mutatót használnak: az egyik az impakt faktor, amely adott szakirodalmi mű mindenfajta említését (hivatkozást) **figyelembe vesz**. Számítása: hivatkozások száma/dolgozatok száma.

A másik a citációs index, amely csak az érdemi-tartalmi felhasználások (idézetek) számát veszi figyelembe. A citációs index egyenlő: összes idézetek száma/idézett művek száma.
Ilyen rendszerek a természettudományok, a műszaki tudományok területén léptek működésbe az utóbbi két-három évtized folyamán.
1960-ban Raisig olyan fajlagos hatásmutatók bevezetését javasolta, amelyek a különböző számú cikket megjelentető orgánumok hatásának összehasonlítását teszik lehetővé. Ez a mutatószám az Index of Research Potential Realized (RPR), amely a vizsgált folyóirat egy cikkének átlagos idézettségét (idézetszám/cikkszám) adja meg.

Eugen Garfield, szabványosított hivatkozási és publikálási időablakok segítségével számolva, kortól és terjedelemtől független, egymással összemérhető folyóirat jellemzőket dolgozott ki. Az általa hatástényezőnek (impact factor) elnevezett mutatószámokat 1972-óta rendszeresen közzéteszik a Science Citation Index Journal Citation Reports köteteiben, illetve ma már CD-n és az interneten is. (Vinkler Péter javaslata alapján a Garfield által kidolgozott mutatószámot, a szerző tiszteletére – tekintettel a mutató széles körű és eredményes használatára – Garfield-tényezőnek nevezték el).

Impakt faktort csak azok a folyóiratok kapnak, amelyeket a Science Citation Index (SCI) referál. A válogatásban hátrányt szenvednek a nem angol nyelvű kiadványok, nagyobb eséllyel kerül be az angol-amerikai dominanciájú SCI rendszerbe egy tudományos szempontból jelentéktelen, de angol nyelven széles körben terjesztett szaklap, mint egy átlagos francia, vagy egy nagy múltú magyar nyelvű folyóirat. Ugyanakkor általában a nemzetközi (SCI) idézettség valóban objektív mutatója egy tudományos írásmű jelentőségének, hasznosságának.

A hagyományos publikációs modell szerint azonban sokszor több évbe telik, mire egy kutatási eredmény megjelenik a folyóiratokban, majd ezt követően a referáló, indexelő kiadványokban.
A jövő tudományos kutatóinak egyik legfontosabb információs forrását az egész világot átszövő számítógépes hálózat, az internet fogja jelenteni. A legnagyobb problémát a felhasználók körében ma az interneten fellelhető információk kutatása, keresése jelenti. A dán Infometriai Tanulmányok Központjának (CIS) kutatói azt vizsgálták meg, hogyan használhatóak a tudománymetriai módszerek a világhálón. Megkezdték egy új, most kibontakozó terület, az „internetometria” vagy webmetria alapjainak lerakását, és leírtak egy, az általános informetriai elemzés céljára a www-n alkalmazható módszert.(Magyar Tudomány, 2006/1).

2.4. A K+F tevékenység hatékonyságának mérésének lehetősége

Borsos János: Agrárinnovációtól a társadalmi aszimmetriákig c. tanulmányában a következőképpen fogalmazta meg álláspontját: „Csak olyan **K+F programokat** volt szabad elindítanunk, ami szervesen illeszkedett a termelésfejlesztési politikához, **gyakorlatnak átadható eredményt produkált**." (Borsos János, 2008)

„A műszaki-fejlesztés, és azon belül a műszaki-fejlesztési támogatások hatásait értékelve:

- mérhető
  - a támogatások révén létrejövő gazdasági teljesítmény
- számolható
  - a gazdasági megtérülés a megtérülési mutatók segítségével, amely lehet az értékelési szempont szerint:
    - üzemgazdasági megtérülés (támogatás nélküli beruházási érték megtérülése), amely a gazdálkodó által előteremtett források megtérülését vizsgálja, figyelmen kívül hagyva, hogy a támogatás a továbbiakban a saját vagyonának része;
    - nemzetgazdasági megtérülés (támogatással növelt beruházási érték megtérülése), amely a gazdálkodó és a társadalmi transzfer együttes megtérülését vizsgálja;
- nem tudjuk mérni, többnyire csak becsülhetők
  - a társadalmi (szociális) hatások
  - a létrehozott közjavak (környezeti hatások, infrastruktúra stb.) lévén kapott jövedelem." (Takács István, 2008)

Az egyes technológiák értékelésének alapja a fedezeti hozzájárulás meghatározása, amely a növényvédelem esetén a következő képlettel írható fel (Nagy 1987; Takácsné György K. 1989):

$$FH_{nv} = TÉ_m - K_{nv} ,$$

ahol:

FH_{nv} – a növényvédelmi tevékenységnek tulajdonítható fedezeti hozzájárulás,
$TÉ_m$ – a „megmentett termés" értéke,
K_{nv} – a növényvédelmi tevékenységgel kapcsolatos változó költség.

Korábban több szerző végzett ökonómiai számításokat egyes technológiai alternatívák értékelésére a fenti elv alapján. Igazolták, hogy a mutatószám – annak változásának mérése – alkalmas a technológiai változatok közötti döntések megalapozására. (Wiles, 2004)

A K + F hatásának, illetve a technikai hatékonyságnak a mezőgazdasági termelékenységére való alkalmazás mérésével viszonylag sokat foglalkozik a közgazdasági szakirodalom. A hosszú idősoros adatok rendelkezésre állása lényegesen javította a teljes-tényező hatékonyság (TFP) mérhetőségét a mezőgazdaságában. Ezeket a változtatásokat tekinti át Thirtle és társainak munkája.(Thirtle, 2004)

A szerzők az idősorok segítségével vizsgálták a TFP alakulását az EK mezőgazdaságában. Megállapították, hogy a TFP növekedése az EK mezőgazdaságában, a legutóbbi két évtizedben lassú volt, és ezt legvilágosabban a nemzetközi összehasonlítások mutatják meg.

Thirtle és társai 2004-ben egy új, az EK mezőgazdasága számára megalkotott Tornquist-Theil TFP indexről számoltak be. A DEFRA ugyanazokat a módszereket vette át, kivéve azt, hogy a Fisher-féle ideális indexről számol be, de ez csak csekély mértékben befolyásolja a végeredményt. A TFP 1983-ig évente csaknem 2%-kal növekedett. Ezt követően, az 1983 és 2005 között eltelt 18 évben a növekedés évi 0,2%-ra esett vissza. Az index 1983-ban valójában magasabb volt, mint 2000-ben, bár ez egy jó év összehasonlítása egy rossz évvel. A 2000. év után egy enyhe javulás mutatkozik.

A TFP változása az állami és magán technológiával (újítással) és a skálahozadékkal magyarázható. A múltban az állami szektor által végrehajtott K + F idézte elő a biológiai műszaki változás nagy részét, míg a gépészeti műszaki változás sokkal inkább a magánszektor területe volt, amely a kémiai inputok, azaz a műtrágyák, peszticidek és gyomirtók területén is sok javulást hozott.

Az elemzések során az elérhető leghosszabb sorozatokra kell koncentrálni, mert a késleltetett tényezők beépítése jelentősen csökkentheti a számításba vonható adatok körét.

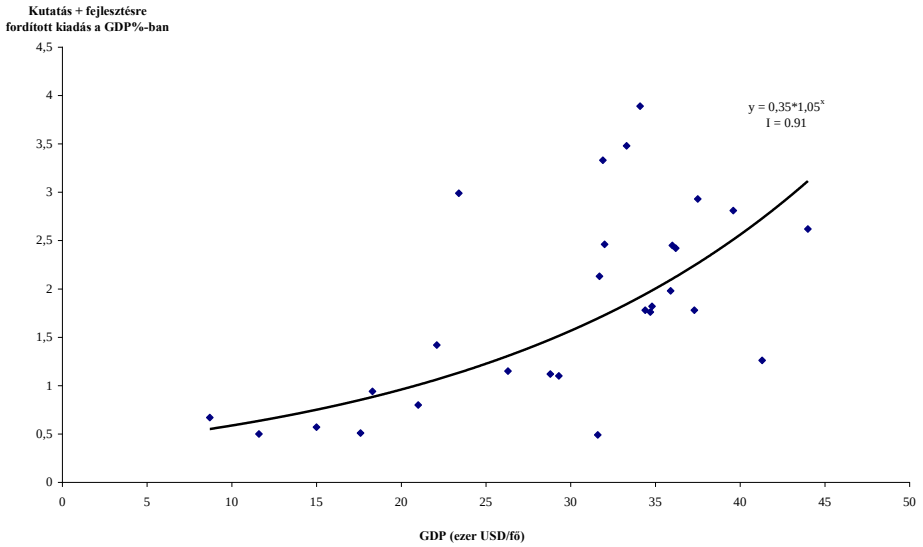
Thirtle és társai (2004) késleltetett elemeket tartalmazó termelési függvénye a következő:

$$LnTFP_1 = \beta_0 + \beta_1 Ln(K + F)_{t-i} + \beta_2 LnMP_{t-j} + \beta_3 LnCP_{t-k} + \beta_4 LnFS_t + \beta_5 LNDUM_t + \varepsilon$$

ahol:
a K+F i évvel, j gépészeti szabadalmi (MP) évvel és k kémiai szabadalmi (CP) évvel van elmaradva. A farmméret nincs figyelembe véve, és a DUM egy üres (dummy) változó, amely 1983-ig nulla, utána pedig egységnyi. A dummy változó nem létfontosságú az eredmény szempontjából, de segíthet ezen a ponton az esetleges strukturális törés kezelésében. Ez az egyenlet pontbecsléseket alkalmaz azon lemaradások megkereséséhez, amelyek a legnagyobb hatással vannak a TFP-re, valamint azok kiszűrésére, amelyek nem szignifikánsak. A K +F legerősebb lemaradása kezdetben 12 év volt, amely a 24-éves lemaradási struktúra középpont becslésének tekinthető. Thirtle és társai (2004) találtak egy másodfokú, polinomiális, 24-éves lemaradást. A gépészeti szabadalmak legjobban illeszkedtek a hároméves, rövid lemaradáshoz, a kémiai szabadalmak pedig a nulla lemaradáshoz. .

Szűcs István szerint (Szűcs, 2001) a gazdasági növekedés motorja a folyamatos műszaki-gazdasági megújulás, az innováció, amit a magas szinten művelt alap és alkalmazott kutatás alapozhat meg. A magyar mezőgazdaság ökológiai adottságai jók, sokkal kedvezőbbek a környezeti országokénál, így az EU országainál is. Alapvető érdekünk, hogy a jó ökológiai adottságok kínálta járadékjellegű jövedelmeket realizálni tudjuk. A tartós, (járadék jellegű) jövedelmek megtermelésének és realizálásának a feltétele az, hogy a jobb ö adottságokhoz magasabb színvonalú technológiai eljárásokat társítsunk. Egyébként a kedvező ökológiából adódó előnyeinket elvihetik a technológiai lemaradásból adódó hátrányok.

A gazdasági fejlődést meghatározó elemek közül én a K+F ráfordítás intenzitását emelem ki. A világ országainak fejlettségi szintjét és a K+F aktivitását vizsgálva megállapítható, hogy az egy főre jutó GDP és a K+F ráfordítások GDP-hez viszonyított aránya között szoros (I = 0,91) erősségű exponenciális típusú összefüggés van (1. ábra).



Forrás: Szűcs I. 2001. Agrárkutatási kihívások. AKI. Jubileumi évkönyv.

1. ábra
A kutatás + fejlesztésre fordított kiadás alakulása az egy főre jutó GDP (ezer USD) függvényében az OECD országok esetében (Norvégia és Luxemburg kivételével)

A függvény paraméterei szerint azok az országok, amelyekben 1000 €/fő-vel magasabb a fejlettség szintjét jelző mutatószám, átlagosan 5,2%-kal magasabb a K+F tevékenységre fordított összeg GDP-hez viszonyított aránya. Levonható az a következtetés, hogy: **minél erősebb egy ország gazdasága, annál többet áldoz a műszaki-technikai színvonalának megtartására, vagy fejlesztésre.**

2.5. Műszaki fejlesztés és a termelési tényezők hozadéka

A magyar mezőgazdaság ökológiai adottságai tehát jók, alapvető érdekünk, hogy a jó ökológiai adottságok kínálta járadékjellegű jövedelmeket realizálni tudjuk. Még egyszer hangsúlyozom azonban, hogy a tartós, (járadék jellegű) jövedelmek megtermelésének és realizálásának a feltétele az, hogy a jobb ökológiai adottságokhoz magasabb színvonalú technológiai eljárásokat társítsunk. Egyébként a kedvező ökológiából adódó előnyeinket elvihetik a technológiai lemaradásból adódó hátrányok.
Az új kutatási eredményeket technológiává kell fejleszteni, aminek végső célja a vállalkozás szempontjából a profitszerzés.

A versenyszférában a vállalkozások közötti verseny a termékegység előállítási költségeinek különbsége szerint alakul. Emellett természetesen a termelés mérete, a termékek piaci pozíciójának javítása, a kedvezőbb értékesítési árak elérése a verseny fontos, de nem meghatározó elemeit jelentik. A mezőgazdaságban – és a kitermelő iparokban általában – bonyolultabb a helyzet, mert megjelenik a különbözeti járadékok valamelyik típusa, s ez bonyolítja a döntéshozatalt a kitermelő ágazatokban, így a mezőgazdaságban is.
A mezőgazdaságban a következő jövedelem-típusok különíthetők el, Szűcs I., 2001 alapján.

a) Közönséges jövedelem, amely a befektetett egyszeri és folyamatos, illetve eleven és tárgyiasult munkaráfordítással elért átlagprofitnak felel meg;
b) Pótlólagos közönséges jövedelem, amely az előbbi kategóriával azonos tartalmú, de a pótlólagos befektetések után képződő jövedelem;
c) A kitermelő ágakban a még művelésbe vont legrosszabb (marginális) minőségű földnél jobb területeken (bányánál vagy víznél kitermelő helyen) létrejövő – az ökológiai adottságokra visszavezethető – tartós (a szűkösen rendelkezésre álló terület vagy bánya vagyon miatt járadékjellegű) jövedelem, vagy földminőségi járadék;
d) A marginálisnál jobb termő- (lelő-) helyek hasznosításakor – az átlagosnál korszerűbb termeléstechnológia alkalmazásával elért tartós jövedelem, vagy technikai (föld-, bánya-, víz- stb.) járadék. (Szűcs I. , 2001)

A hozadékok közgazdasági természetét elemezve ki kell hangsúlyozni, hogy **minden típusú tényezőhozadék képződésének gazdasági feltétele a megfelelő színvonalú technológia alkalmazása a termelési folyamatban. Ezért is van olyan fontos szerepe a műszaki-technológiai fejlesztésnek**.

A tudományos kutatás, a technológiai fejlesztés és az innováció a tudásalapú gazdaság központi kérdését képezik, a növekedés kulcsfontosságú tényezőjét, a vállalkozások hatékonyságát és a foglalkoztatást. Ezért a Bizottság az Unió jövőbeni pénzügyi kereteiről szóló Közleményében az európai kutatás erősítését az egyik legfontosabb célként jelölte meg, javasolva az Európai Unió kutatási költségvetésének növelését. A 2000. márciusi Lisszaboni Európai Tanácskozás szellemében a 2002. márciusi, barcelonai Európai Tanácskozáson az Európai Unió célul tűzte ki maga elé, hogy 2010-ig az Európai Unió GDP értékének 3%-áig növeli az európai kutatásokat, amelynek kétharmad része magánbefektetésekből. egyharmad része pedig az állami szektorból fog származni: Az Európai Unió GDP értékének 2%-ával jelenleg az európai kutatás elmarad az Egyesült Államok (2,8%) és Japán (több mint 3%) hasonló tevékenysége mögött. **Ebben az összefüggésben a kutatási erőfeszítések európai szinten történő általános növelése elengedhetetlen.**

A hazai agrárkutatási intézményrendszer erősítése nélkül Magyarország véglegesen és behozhatatlanul lemarad a világban mutatkozó trendektől. Európai kutatók és kutatási intézmények ma sok területen működnek együtt, ami a kutatóknak hátteret adó intézmények nélkül nem működőképes. A keretprogramok is nagy hangsúlyt helyeznek a sokoldalú együttműködésre. **AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉGEK BIZOTTSÁGA közleményt adott ki a**

„tudomány és technológia, az európai jövő kulcsa" címmel, amely az Európa Unió jövőbeni kutatási támogatás-politika irányelveivel foglalkozik.

A kutatás-fejlesztés alapvető fontosságú a versenyképesség javítása szempontjából.
A versenyképesség méréséhez használt módszerek igen széles körűek, azokat terjedelmi okok miatt nem tudom részletezni. Itt a célom egy összesítő, rendszerező táblázat bemutatása volt a szakirodalom alapján.(1. táblázat), hogy bizonyítsam a K+F szerepét, elsősorban a termék előállítási költségek csökkentésén keresztül.

1. táblázat
A versenyképesség mérési módszereinek rendszerezése

Csoportosítás	*Módszerek*	*Mutatók megnevezése*
Hagyományos mutatók	Naturális (ár, költség, jövedelem, terület, stb.) módszerek	Területi hatékonyság, ár-versenyképesség, jövedelemtermelő-képesség, egységköltség mutató
Kereskedelmi mutatók	Konstans piaci részesedés, megnyilvánuló komparatív előnyök, szektor-specializáció, Grubel-Lloyd index	CMS, RCA, RTA, lnRXA, RC, SSI, GL
Erőforrás-költség mutatók	Erőforrás-költség mutatók, támogatottsági mutatók, működési versenyképesség	DRC, BRC, PCR, PSE, CSE, OCRA

Forrás: Az agrárgazdaság hatékonysága. Budapest, 2008. Agroinform Kiadóház.

A mutatók tartalma jól bizonyítja, hogy a műszaki fejlődés színvonala a versenyképességet alapvetően befolyásolja, hiszen az önköltség gyakorlatilag minden mutató értékére hat. Az EU Közös Agrárpolitikának is kiemelt célja, hogy növelje a mezőgazdaság verseny- és életképességét, megfelelő megélhetést biztosítva e tevékenységből élőknek, és hozzájárulva az egész társadalom jelen és jövőbeni jólétéhez. A verseny és életképesség növelésének alapja a hatékonyság növelése. **Az EU országok mezőgazdaságának fejlődése, a kibocsátás növekedése alapvetően a technika, technológia növekedésének tulajdonítható. A technológia fejlesztésének alapja színvonala hazai kutatási tevékenység, illetve a jól átgondolt adaptáció.** Az EU országok többségében a komplex tényező hatékonysági mutató növekedésének döntő hányada a technikai fejlődés következménye és csak kisebb része származik a technikai hatékonyság növekedéséből (Letmaa et al., 2004).

2.6. A K+F tevékenység hatásának mérése a parciális hatékonyság alapján

Ahhoz, hogy a műszaki-technikai haladás jelentőségét megértsük először meg kell oldani a hatásának összetettségét, s ennek méréséhez szükséges módszertan kifejlesztését. Az alap és alkalmazott kutatások eredményességének mérésére a scientológia számos módszert javasol (publikációs mérőszámok, citációs indexek stb.). A termelési folyamatokba beépülő (megtestesülő) műszaki haladás hatásának mérése már bonyolultabb matematikai-statisztikai módszerek alkalmazását igényli. A tényezők hozadékának elkülönítését általában Cobb-Douglas féle termelési függvényekkel tudjuk közelítően megoldani (bizonyos feltételrendszer fennállása esetén).

A műszaki – technikai haladás mérése szempontjából a klasszikus termelési függvényeket finomítani kell. Ha a klasszikus munka – tőke -föld tényezőhatást az y = f (M, T, F) függvénnyel írunk le, akkor a műszaki haladást is kifejező termelési függvényt a következőképpen definiálhatjuk (Szűcs I., 1999):

$y_k = f(M, T, F, H, t)$

ahol: y = a profit
M = munkaráfordítás
T = tőkelekötés
F = föld
H = a K+F ráfordítás aránya az összes ágazati GDP-hez viszonyítva
t = az új tudományos eredmények bevezetésének átlagos időigénye (hó, év)

Legyen a módosított függvény:

$y_k = a\, M^{\delta}\, T^{\beta}\, F^{\lambda}\, H^{\delta}\, t^{\varepsilon}$, ahol a tényezők kitevője azok volumenhozadékát fejezi ki.

A megoszlási arányszámok számításához transzformáljuk át a függvényt logaritmusos változattá:

$$\log y_k = \log a + \log M + \beta \log T + \lambda \log F + \delta \log H + \varepsilon \log t$$

A K+F tevékenység hozzájárulása a keletkezett profithoz (H_p) %-ban kifejezve:

$$\mathbf{H_{p\%}} = \frac{\delta \log H}{\log y_k} \cdot 100$$

A kutatási eredmények bevezetéséhez szükséges idő szerepe a profitképzésben:

$$\mathbf{t_{p\%}} = \frac{\varepsilon \log t}{\log y_k} \cdot 100$$

A regressziós összefüggés paraméterei jól bizonyítják, hogy **minél nagyobb a különbség a termelési technológiák hatékonysága között, és minél nagyobb a műszaki haladás következtében elérhető többletprofit, annál sürgetőbb az új technológiák bevezetésének elősegítése** (ösztönzése, vagy kényszerítése).

3. AGRÁRKUTATÁSOK HELYZETE, FELADATAI ÉS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI

3.1. A primer vizsgálat adatbázisa

Az irodalom-feldolgozáson alapuló szekunder kutatásokon túl primer kutatásokat is végeztem. **Elemeztem a magyar agrárkutatók helyzetét, annak színvonalát és főbb tendenciáit** a tudományos hipotéziseknek megfelelően vizsgáltam a tagországok szintjén a kutatás-fejlesztés intenzitása és a gazdasági fejlődés fejlettség összefüggését, külön hangsúlyt helyezve az agrár kutatás-fejlesztés hatékonyságára, illetve a biotechnológia szerepére.

Ennek megfelelően a következő adatbázisokra támaszkodtam:

- A KSH 1997. évi és 2008. évi kutatás-fejlesztésre vonatkozó kiadványaira, ezen belül a K+F költségekre és kiadásokra, a K+F helyek számára, a kutatási létszámadatokra, a K+F beruházásokra, a felsőfokú oktatási intézmények kutatási potenciáljára.
- Az EUROSTAT által kiadott 2000. évi és 2008 közötti évre vonatkozó primer statisztikai adatokra, illetve az ezekből számolható származékos információkra. Konkrétan a következő adatokra építettem fel a kutató-elemző munkámat:

A rendelkezésre álló adatbázis

A kutatások adatbázisában azok az adatok szerepelnek, amelyek segítségével a kutatási hipotéziseimet igazolni tudom, vagy el kell vetnem azokat.

A vizsgálatba vont országok: EU-15 átlag, EU-25 átlag, Belgium,
Bulgária, Cseh Köztársaság, Dánia, Hollandia, Németország Észtország, Írország, Görögország, Spanyolország, Franciaország, Olaszország, Ciprus, Litvánia, Lettország, Luxemburg, Magyarország, Málta, Ausztria, Lengyelország, Portugália, Románia, Szlovénia, Szlovákia, Finnország, Svédország, Egyesült Királyság, Horvátország, Macedónia, Törökország, Izland, Norvégia, Svájc, Egyesült Államok, Japán, Kanada. Összesen 36 ország, illetve a csoportátlag-adatok.

Az elemzésbe bevont adatok a következők:

- 1főre jutó GDP, €/fő;
- 1 főre jutó K+F, €/fő;
- Mezőgazdasági GDP ráfordítás, mill. €;
- Mezőgazdasági GDP, ezer €/mezőgazdasági terület, ha
- Mezőgazdasági K+F, ezer €/mezőgazdasági terület, ha

- Összes K+F ráfordítás, mill. €;
- Összes Álleszköz érték, mill. €;
- Összes létszám, ezer fő;
- Összes szabadalmak száma, db/ezer fő;
- Biotechnológiai szabadalmak száma, db/ezer fő;
- Génmanipulált termékek területe, ha.

A valóságos helyzet jobb megértése érdekében az adatbázishoz a következő megjegyzéseket teszem:

- A statisztikai adatgyűjtésben a kutatási és kísérleti fejlesztés olyan rendszeresen folytatott alkotómunkát jelent, amely a meglévő ismertanyag bővítésére, valamint arra szolgál, hogy ezt az ismeretanyagot új alkalmazások kidolgozására használják fel. A kutató-fejlesztő helyek a statisztikai megfigyelés számbavételi egységei, függetlenül attól, ezt milyen szervezeti keretek között végzik.
- A K+F költség a saját szervezetben végzett kutatási és fejlesztési tevékenységgel összefüggő költségek összessége.
- A K+F beruházás a tárgyévben felmerült, közvetlenül a kutatás és kísérleti fejlesztés végzését elősegítő, annak eszközéül szolgáló, új és használt tárgyi eszközök és számítógépes szoftverek beszerzésének értéke és a hozzájuk kapcsolódó licencdíjak.
- Teljes foglalkoztatottra átszámított létszám a K+F tevékenységgel foglalkozó személyek tényleges létszámának K+F tevékenységre vetített átszámítása: foglalkoztatottak K+F –re fordított idejének a teljes munkaidőhöz viszonyított arányával súlyozott létszámadatokkal, valamint a tudományos fokozatok tiszteletdíjára, valamint az ösztöndíjasok illetményére kifizetett összegekkel.
- A K+F ráfordítás a K+F költség és a K+F beruházás (felhalmozási kiadás) együttes összege kiegészítve a K+F statisztikában nem szereplő K+F alapokkal, valamint a tudományos fokozatok tiszteletdíjára, illetmény kiegészítésére valamint az ösztöndíjasok illetményére kifizetett összegekkel.

Bár az elmúlt két évtizedben a tulajdonviszonyok és a termelési feltételek alapvetően megváltoztak a magyar agrárgazdaságban, Magyarország számára a mezőgazdaság ma is stratégiai ágazat, amelynek döntő szerepe van a lakosság minőségi és mennyiségi élelmiszerellátásában, a vidék megtartásában. Hazánk kiváló mezőgazdasági adottságaiból adódóan a mező- és élelmiszergazdaság a magyar gazdaság egyik meghatározó kitörési pontja. A lehetőségek kihasználása nagyban hozzájárulhat az export bevételek növeléséhez és ezáltal a gazdasági egyensúly helyreállításához. Ebben a hazai agrárkutatásnak is meghatározó szerepe van. A magyar agrárgazdaság multifunkcionális jellegéből következően sokkal jelentősebb gazdasági szektora a nemzetgazdaságnak, mint ami a GDP-hez való hozzájárulásából következik.

Abban az esetben, ha a tágabb értelemben vett, vagyis a mezőgazdasági termelést megelőző, illetve a következő fázisokat is magába foglaló agrárgazdaság (agrobiznisz) teljes körét figyelembe vesszük (élelmiszer feldolgozás és kereskedelem, termelőeszköz előállítás és

forgalmazás, mezőgazdaságra épülő szolgáltatások), akkor a mezőgazdaság GDP-ben betöltött szerepe a 12-15% között mozog.

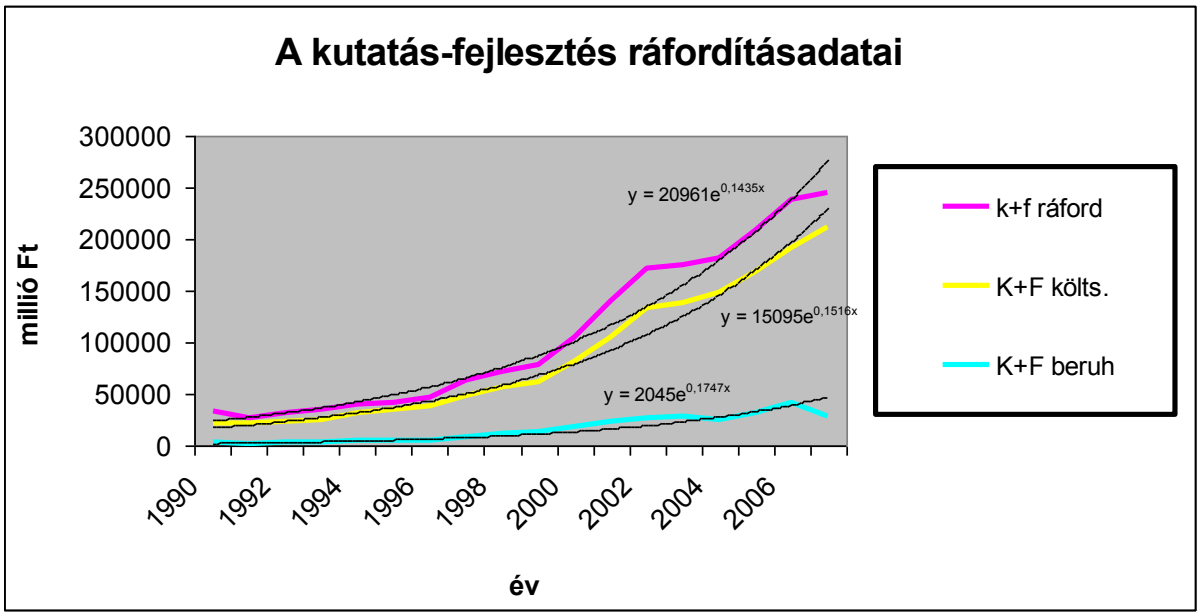
3.2. Az elemzések főbb eredményei

Az Európai Unió – köztük Magyarország is változatlanul fontosnak tartja a kutatási intenzitás fokozását, a gazdasági növekedés és a versenyképesség ezen keresztüli javítását. A feladat megoldása azért nehéz, mert az ország gazdasági ereje nem teszi lehetővé a nagyléptékű, nemzetközi viszonylatban is meghatározó mértékű kutatás-fejlesztési intenzitás folytatását. Azt azonban mindenki látja, tudja, hogy e nélkül viszont nagy a veszélye annak, hogy tovább fokozódik a gazdasági-társadalmi lemaradásunk. Kivezető útnak ígérkezik, miként azt az EU Lisszaboni Megállapodása is kimondja, a kutatási erőforrások nemzetközi méretű koncentrálása, s a munkamegosztás szorgalmazása a K+F területen.

Hazánkban 1990 és 1997 között nőttek a K+F ráfordítások, ezen belül a költségek és a beruházások is. A ráfordítások folyóáron 33,7 Md forintról 245,7 Md forintra nőttek. Ez 18 év alatt hétszeres, ami reálértékben sajnos ennél jóval alacsonyabb kutatási intenzitás-növekedést jelent.
Az 2. ábra jól mutatja, hogy a növekedés üteme, amit az exponenciális trend „b” paraméterével mérhetünk, a következő:

- összes K+F ráfordítás 1,15 %
- összes K+F költség 1,16 %
- összes K+F beruházás 1,19 %

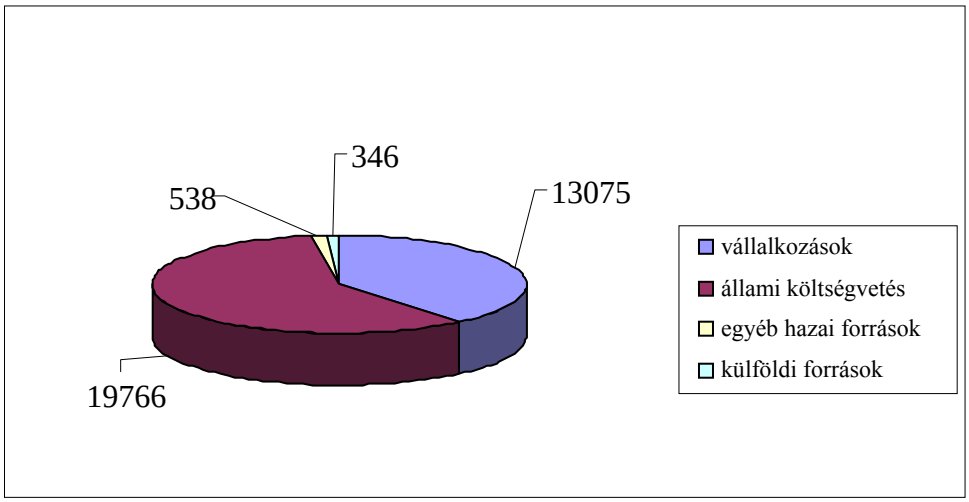
Az adatok jól bizonyítják, hogy a ráfordítások növekedését elvitte a költségek emelkedése, így kevesebb jutott a korszerű technikai beruházásra, amely a jövő kutatásainak fő záloga lenne.



Forrás: Saját számítás

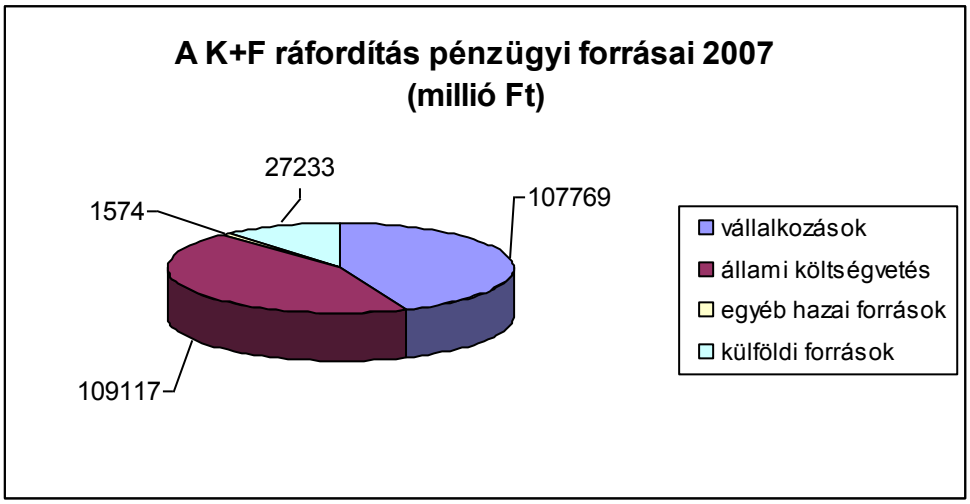
2. ábra. A kutatás-fejlesztés ráfordításadatainak idősorai

A K+F ráfordítások Magyarországon a vállalkozások e célra fordított forrásaiból, az állami költségvetésből egyéb hazai forrásokból, illetve külföldi forrásokból tevődnek össze. 1990-ben Az összes K+F forrás 58,6%-a állami költségvetésből, 38,8%-a vállalkozási szférából származott. 2007-ben ezek a számok már 44,4%, illetve 43,3%. Tehát jelentősen nőtt a vállalkozások szerepe a K+F tevékenység finanszírozásában. Ugyanakkor jelentősen nőttek a külföldi források is.



Forrás: Saját számítás

3. ábra. A K+F ráfordítások pénzügyi forrásai 1990 (millió Ft)

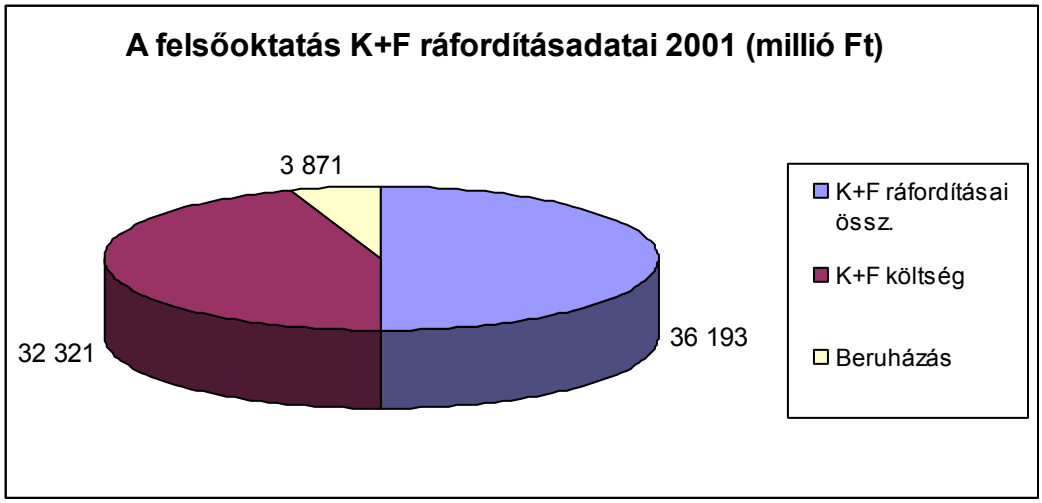


Forrás: Saját számítás

4. ábra. A K+F ráfordítás pénzügyi forrásai 2007 (millió Ft)

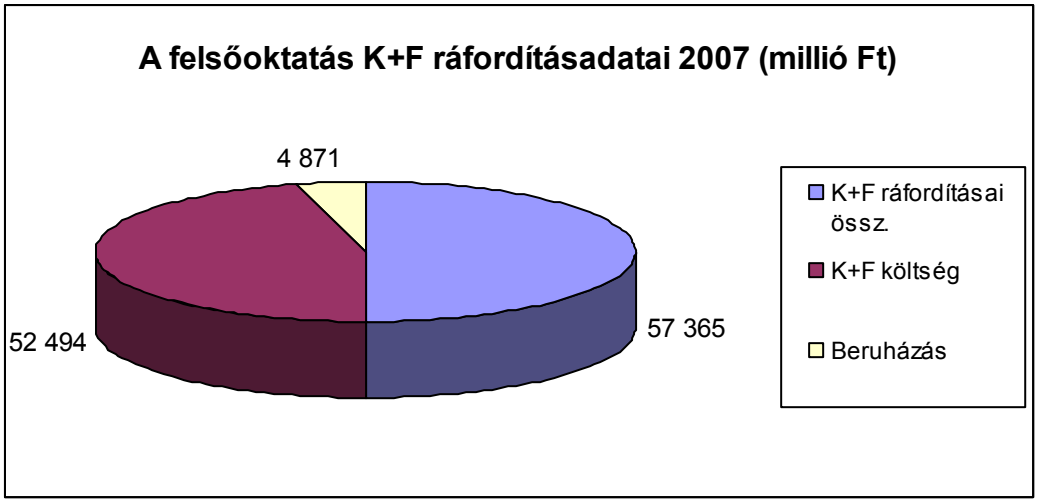
A 3. és 4. ábra jól szemlélteti, hogy legjobban az állami költségvetés csökkent drasztikusan. Viszonylag komoly külföldi források is rendelkezésre állnak. Az egyéb – főleg magán jellegű támogatások juttatásai csak minimális szerepet játszanak.
Kedvező változásnak minősíthető, hogy a vállalkozások szerepe erősödött. Ezt mutatják a kutatóhelyek és a kutatói létszámadatok is.

Az egyetemi kutatóhelyek költségszerkezetére is igaz az általános helyzetről elmondottak: némileg csökkent a beruházásra fordított eszközök aránya.



Forrás: Saját számítás

5. ábra. A felsőoktatás K+F ráfordításadatai 2001 (millió Ft)



Forrás: Saját számítás

6. ábra. A felsőoktatás K+F ráfordításadatai 2007 (millió Ft)

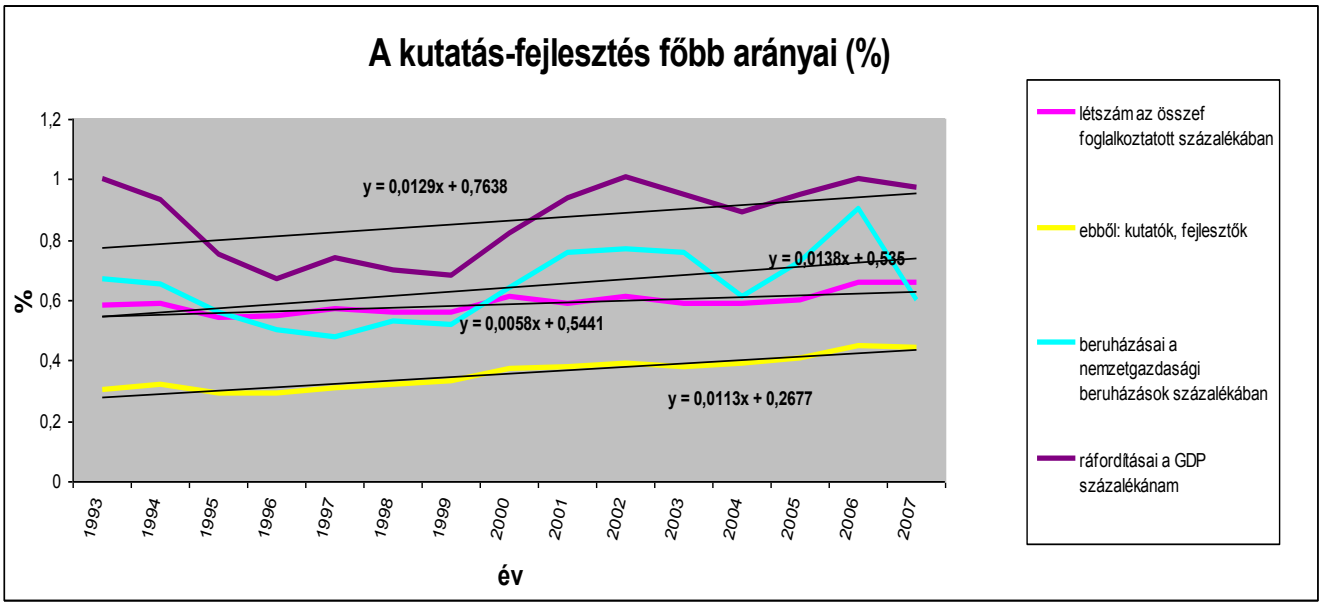
2007-ben 2840 kutatóhelyen 49485 fő kutató dolgozott. A teljes munkaidejű dolgozóra számítva ez a létszám 25954 fő. Ezen létszámon belül nőtt a vállalkozások szerepe, s csökkent a költségvetési kutatóhelyeken dolgozók száma. Ez bizonyos értelemben jó tendenciának minősíthető, hiszen nő az innovációs folyamatba gyorsan bekapcsolható kutatási eredmények száma. Gond viszont, hogy az alap és alkalmazott kutatási kapacitásunk csökkent, ami a jövő kutatási alapjait ingathatja meg.

2007-ben a legtöbb kutatóhely Közép-Magyarországon volt (48,4%), a legkevesebb Észak-Magyarországon. A legdinamikusabban növekvő térség az Észak-Alföld.

A kutatóhelyek közel fele központilag felügyelt költségvetési intézmény volt. Ezek száma 2007-ben – a korábbi évekhez hasonlóan csökkent. A gazdálkodási formában működő vállalkozás 35,5%, aminek a nagy része kft, de viszonylag sok részvénytársasági forma is található közöttük. A kutatók életkora átlagosan 2007-ben 43,7 év volt, kevesebb a korábbi éveknél, ugyanakkor nőtt a 35 évnél fiatalabb kutatók száma. Ezt a magam részéről pozitív tendenciának tartom. Azt is, hogy jelentősen nőtt a külföldről érkező, és hazánkban munkát vállaló kutatók száma. A kutatók számának regionális megoszlása követi a kutatóhelyek szerinti eloszlást. Megfigyelhető, hogy a Dunántúl jellemző túlsúlya az elmúlt években fokozatosan csökkent.

A kutatás elmúlt közel két évtizedes alakulását legjobban az alábbi adatok (7. ára) szemléltetik:

- A K+F szférában dolgozók aránya 1993-ban 0,58%, 2007-ben 0,66%, ami főleg a vállalati szférában dolgozó kutatók számának növekedése miatt következett be.
- A K+F ráfordítások GDP-hez viszonyított aránya 1%-ról 0,3%-ra csökkent, ami igen nyugtalanító, hiszen az EU fejlettebb országaiban ez az arány 2,5-3,2% körül van. Ez arra enged következtetni, hogy nem felzárkózási folyamatra számíthatunk, hanem a további lemaradás veszélye áll fenn.
- Az is nyugtalanító, mint ahogyan már erre utaltam, hogy a K+F beruházások nemzetgazdasági beruházásokon belüli aránya is csökkent.



Forrás: KSH adatok alapján saját számítás

7. ábra. A kutatás-fejlesztés főbb arányai (%)

A 7. ábra adatai arra is utalnak, hogy a lineáris trendek adatai szerint a fontosabb K+F adatok évi átlagos növekedése között lényeges különbség van, de az aggasztó, hogy K+F szférában dolgozók között is jelentős arányváltozás figyelhető meg a kutató-fejlesztő létszám rovására.

A GDP-hez viszonyított arányok változását mutató „b" paraméterek értékei a következők:

- K+F szférában dolgozó arányának évenkénti változásának mértéke: 0,129%,
- K+F szférában dolgozó kutatók és fejlesztők arányának évenkénti változása 0,0133%,
- K+F ráfordítás arányának változása a GDP %-ában évente átlagosan 0,013%,
- K+F ráfordítás arányának változása a nemzetgazdasági beruházások arányában 0,0137%.

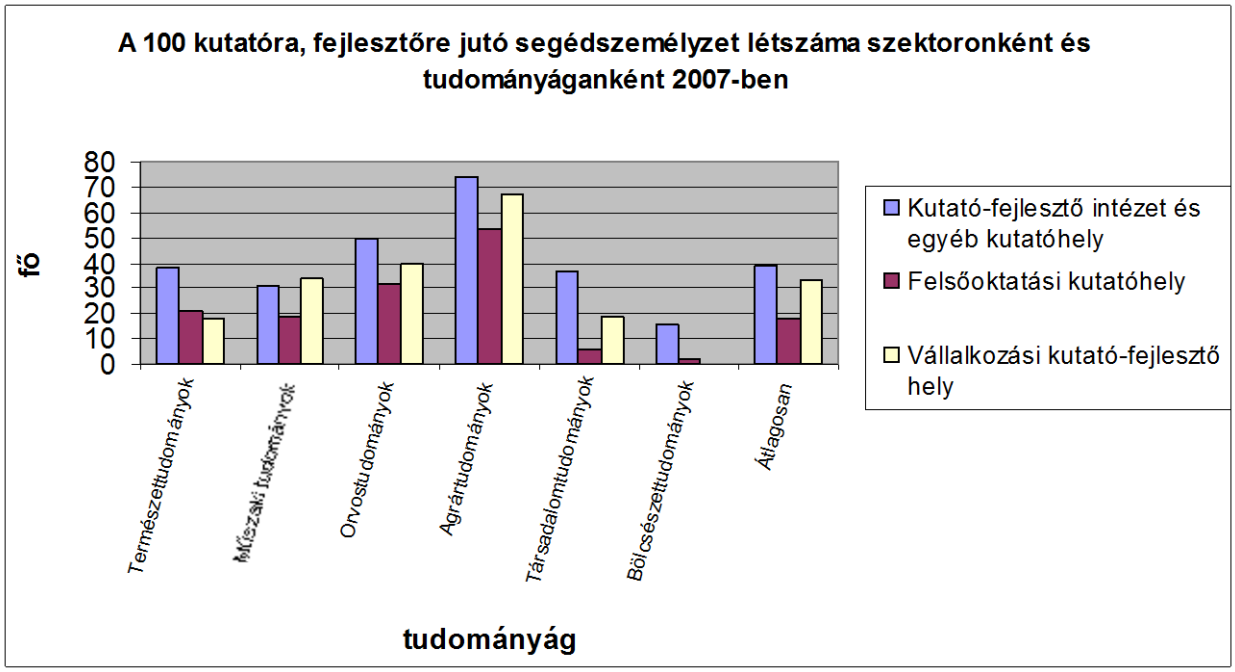
Ezek a változási mértékek olyan alacsonyak, hogy lényeges strukturális átalakuláshoz csak hosszú évek, évtizedek múltán vezethetnek.

A magyar kutatási kapacitáson belül jelentős sérülés érte az agrárkutató hálózatot.

- 2007-ben az összes 2556 K+F kutató-fejlesztő intézetből 318 intézet szolgálja az agrárgazdaságot. Az egyetemi kutatóhelyeket és vállalkozói szférát is beszámítva, az összes 12576-ból 890 az agrárjellegű kutatóhely. Az arány 7%, amely nagyjából megfelel az élelmiszergazdaság GDP arányának.
- Az agrárkutató-fejlesztő helyeken foglalkoztatott ösztöndíjasok aránya 1999-ben 9,2%, 2007-ben már csak 2,8%.
- Az agrár K+F létszám (full-time Equivalent) 2003-ban a vállalati szférában 409 fő, 2008-ban 751 fő. Ez időszak alatt a költségvetési intézményekben a létszámadatok alig változtak, 0,6%-kal csökkentek.

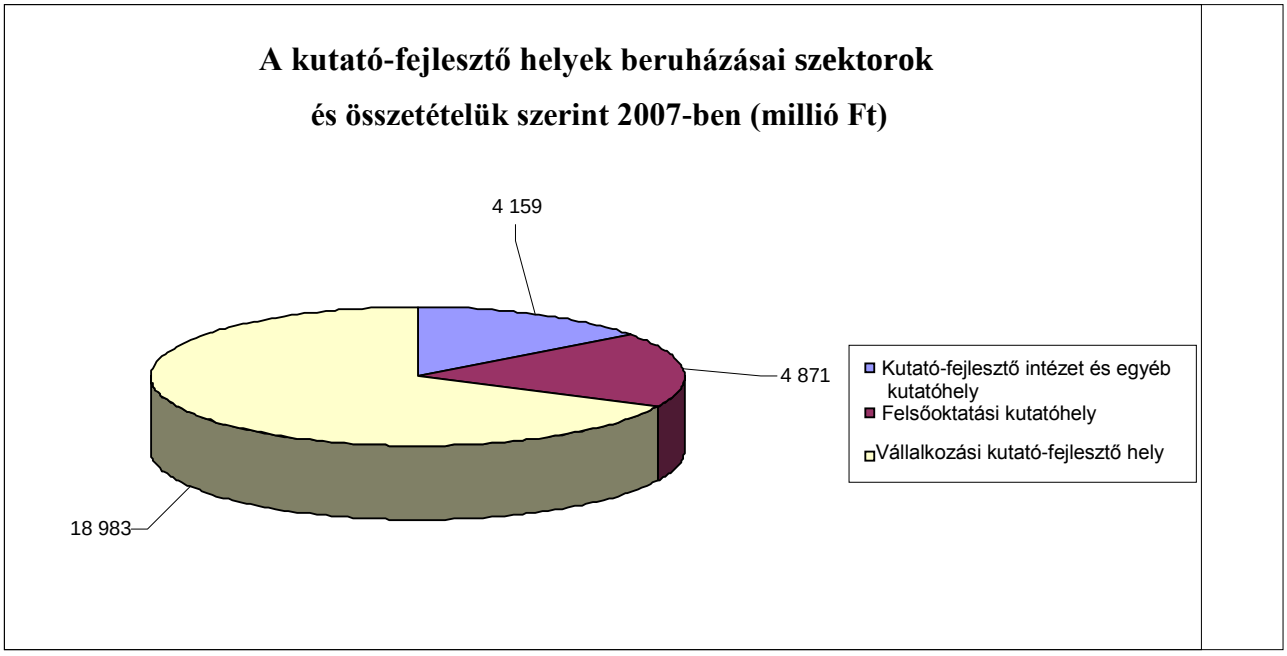
Hasonló tendenciát mutatnak a K+F ráfordítások adatai is. Míg a vállalati szféra ráfordítása volumenében jelentősen nőtt, addig az aránya alig változott.(2003. évi 3,1%-ról 3,3%-ra nőtt.)

Az adatok azt bizonyítják, hogy a mezőgazdasági K+F tevékenység finanszírozásában az állami szféra játssza a nagyobb szerepet. A vállalkozások K+F intenzitása alacsony, ami az alacsony jövedelmezőségi viszonyokkal és a viszonylag kis birtokméretekkel függ össze.



Forrás: Saját számítás

8. ábra. 100 kutatóra, fejlesztőre jutó segédszemélyzet létszáma szektoronként és tudományáganként 2007-ben



Forrás: Saját számítás

9. ábra. A kutató-fejlesztő helyek beruházásai szektorok és összetételük szerint 2007-ben (millió Ft)

A mezőgazdaságban és az agrárkutatás területén szerte a világban jelentős változások zajlanak, amelyekkel szembe kell nézni. Ezek a folyamatok új kihívást jelentenek a hazai tudomány számára is. Melyek ezek?

- a föld népességének felgyorsuló növekedése és az élelmiszer iránti növekvő igény,
- a mezőgazdaságban nagyobb hangsúlyt kell adni a komplex kutatási programoknak,
- a mezőgazdasági üzemek szétaprózottak és tőkeszegények, ezért az agrárkutatási pályázatokba (vállalkozásként) való bevonásuk és agrárkutatási szerepük – szakmai és támogatási oldaláról – más megítélés alá kell essen, mint a tőkeerős nagyipari vállalatok.

Mint a számadatokkal is bizonyítottam, a magyar agrárkutatás válságos helyzetben van. A K+F kapacitás gyenge és szétaprózódott, a nemzetközi K+F hálózatba való beintegrálódása lassan halad, a vállalati szféra bekapcsolódása nem elég intenzív, alacsony a mezőgazdasági vállalatok jövedelmezőségi szintje, s a rendelkezésre álló szűkös erőforrások is szétforgácsoltak. Jobban ki kellene használni a finanszírozás különböző forrásait, ehhez viszont nagyobb szervező erőre lenne szükség.

Kiemelt jelentőséggel bír a civil társadalom tájékoztatása, a tudományos eredmények megismertetése és közvetítése. Ennek eszköze a tudományos lapok megjelentetése, közös – mindenki számára hozzáférhető – elektronikus információs portál működtetése, illetve a szükséges infrastruktúra megteremtése.

A fentiek alapján megfogalmaztam néhány üzenetet:

Az agrárkutatás kiemelt társadalmi feladat. Az innováció olyan tudatos emberi tevékenység, amely technikai-gazdasági fejlesztések minden területére kiterjed, s célja új javak és szolgáltatások új módon történő előállítása a tudomány eredményeinek közvetlen felhasználásával. Eredményorientált tevékenység. A gazdasági növekedés motorja. Mivel élesebb a verseny a hazai és nemzetközi piacokon, annál nagyobb jelentősége van az innovatív szemléletmód kialakításának.

Az innovációt a kutatás-fejlesztési tevékenység alapozza meg, amelynek célja az ismeretanyag bővítése s felhasználása.

Az EU tagországainak adatai alapján a 2005-2008. években az országok gazdasága és a K+F tevékenység intenzitása között nagyon erős pozitív összefüggés van, tehát minél gazdagabb egy ország, annál többet áldoz a kutatás-fejlesztési tevékenységre.[+]

[+] Szűcs I. számítása szerint az 1 főre jutó GDP és a K+F ráfordítás GDP-n belüli aránya közötti összefüggés szerint 1000 €/fő GDP növekedésben 5%-os K+F ráfordítás-aránynövekedés tartozik. Magyarországon mintegy 10000 €/fő-höz közel 1%-os arány tartozik. A fenti összefüggés mellett meg kellene kétszerezni az ország gazdagságát ahhoz, hogy a K+F arány 2% körüli szintre emelkedhessen.

Hazai viszonyok közepette az agrár K+F+I területén a legfontosabb tennivalók a következők:

- az innovációs folyamat csak rendszerként kezelhető eredményesen, jól kiszámított útvonalakat kell tervezni, s ezek mentén kell az innovációs tevékenységet szervezni;
- a társadalomnak erőn felüli K+F aktivitást kellene bevállalni, ami anyagi áldozatokkal, s csak utólagos hozadékkal jár;
- csak piacképes, hazai vagy nemzetközi piacokon értékesíthető termék előállítására irányulhat;
- a szemléletmód gyökeres átformálása, a vállalkozási kedv ösztönzése konkrét anyagi előnyök (pl. adó, támogatás stb.) formájában;
- integrálódni kell az EU nagy K+F projektjeihez, ugyanakkor az eredményeket nemzeti szinten, a hazai erőforrások bevonásával kell a termék, vagy gyártmányfejlesztést megvalósítani;
- gyökeresen át kell alakítani az innováció gazdasági finanszírozását, mozgósítani kell azt a hatalmas szellemi kapacitást, aminek birtokában vagyunk.

Kiemelt feladat a stabil, a gazdálkodók számára biztonságot adó közgazdasági környezet kiépítése, viszonylag stabil jövedelempozíciók biztosítása, a szövetkezésekben rejlő erős alkupozíció kiharcolása révén. Erős propagandamunka szükséges annak megértetésére, hogy a kiszolgáltatottság mérséklésére (főleg a KKV-k esetében, de a nagyobb vállalkozások esetében sem) nincs más alternatíva, úgy azonban, hogy a szövetkezéseken belül a gazdák egzisztenciális szabadsága primátust kapjon.

A tudományos transzfer szellemi hátterét az agrár-oktatási-kutatási intézményeknek kell felvállalni. A K+F feladatokat az eddigiektől eltérő, célirányosabb útvonalakra kell terelni.

A generáló elemek:

- új termék előállítása;
- új, jobb minőséget adó, vagy olcsóbb termelést lehetővé tevő technológia-fejlesztés.

Az agrárkutatás-fejlesztés területén a kitörési pontok:

- a földhasználat új, lehetséges rendszereinek megkutatása, a birtokviszonyok lenyugtatása;
- egy nagy K+F bázis létrehozása, kísérletorientált satelling hálózattal, megfelelő állami megrendelésekkel;
- innovációs holdingok szervezése regionális vagy vertikális (termékorientált) klaszterek mentén;
- az értékesítés-marketing tevékenység új bástyáinak kiépítése;
- tárolókapacitás, hűtőláncok, logisztikai ellátórendszerek szervezése, párosulva belső piacvédelemmel.

E feladatok sikeres megoldásához korszerű pályáztatási rendszert kell működtetni, egyszerűsíteni kell a pályázati rendszert, szabályozni kell a pályázatíró cégek működését, mert ez a visszaélések melegágya lehet.

4. A KUTATÁSI HIPOTÉZISEK ELLENŐRZÉSE

Kutató munkám középpontjában az értekezés elején megfogalmazott hipotézisek ellenőrzése áll. A hipotézisek bizonyítása a tudományos kutatás során előállított új kísérletek, számítások során feltárt összefüggések segítségével lehetséges. Fontos, hogy ezek a számítások megfelelő mérésekre, illetve logikai következtetésekre épüljenek.

4.1. A gazdasági fejlettség és a K+F intenzitás kapcsolata

A hipotézisek ellenőrzését a korábban bemutatott EUROSTAT adatbázisra alapoztam.

H_1 hipotézis:

- Az országok gazdasági fejlettsége és a tudományos kutatás intenzitása között szoros korrelációs összefüggés van. Tehát minél fejlettebb egy ország, annál többet áldoz a tudományos kutatási eredmények létrehozására és alkalmazására;

A hipotézis bizonyítására a következő számítást végeztük el:

$y = f(x)$, ahol
$y =$ 1 főre jutó GDP €/fő
$x = 1$ főre jutó K+F ráfordítás, €/fő

Az egy főre jutó K+F ráfordítás és a GDP alakulása közötti kétváltozós függvényt 2000 és 2008 év adatai alapján külön-külön kimutattam annak érdekében, hogy vizsgálni tudjam, hogy közel egy évtized alatt változtak-e a kapcsolati leíró paraméterek értékei.

A számításhoz felhasznált alapadatok összesítő statisztikáját mutatja a 2. számú táblázat. Az adatokból látszik, hogy az 1 főre jutó GDP a vizsgált országok általában 2000-ről 2008-ra 35,1%-kal nőtt. Ezzel szemben az 1 főre jutó K+F ráfordítás növekedése 2000-ről 2008-ra csak 16%.

2. táblázat

Az 1 főre jutó GDP és az 1 főre jutó K+F költség összesítő statisztikája

2000		
	1 főre jutó GDP €/fő	***1 főre jutó K+F költség €/fő***
Várható érték	19 212,5	376,0
Standard hiba	2318,7	63,4
Szórás	13116,6	358,9
Minimum	1700,0	6,6
Maximum	50200,0	1212,2
Darabszám	32	32

2008		
	1 főre jutó GDP €/fő	***1 főre jutó K+F költség €/fő***
Várható érték	25 966,7	436,5
Standard hiba	2 988,3	73,8
Szórás	16 367,6	404,2
Minimum	4 400,0	18,2
Maximum	77 200,0	1 323,7
Darabszám	30,0	30

Forrás: Saját számítás.

Az összesítő statisztika adatai elgondolkoztatóak, hiszen ezek a műszaki-technikai haladás nagyon lassú változására utalnak. A vizsgált országok viszonylatában az egy főre K+F költség nyolc év távlatában mindössze 16%-kal nőtt. A szélsőértékek nőttek, ami a K+F aktivitás szétnyílására utal. A relatív szórásadatok a GDP esetében 68-63%, A K+F ráfordítások esetében 95-93%. Az adatokból látszik, hogy mind az 1 főre jutó GDP-értékben, mind a K+F ráfordítások tekintetében rendkívül nagyok az eltérések, s ezek a 8 év alatt gyakorlatilag nem változtak, illetve az országok között kiegyenlítődési folyamatnak csak nagyon csekély jelei mutatkoznak.

A kutatásom során az alábbi függvénytípusokat számítottam:

- lineáris
- exponenciális
- hatvány függvény.

A számításokat az Excel bővítményprogramjában az un. Analysis ToolPak-ban levő regresszió-analízis alkalmazásával végeztem el.

3. táblázat

Az 1 főre jutó GDP és az 1 főre jutó K+F költség lineáris függvény paraméterei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,919
r-négyzet	0,845
Korrigált r-négyzet	0,840
Standard hiba	5253,423
Megfigyelések	32

A varianciaanalízis eredményei

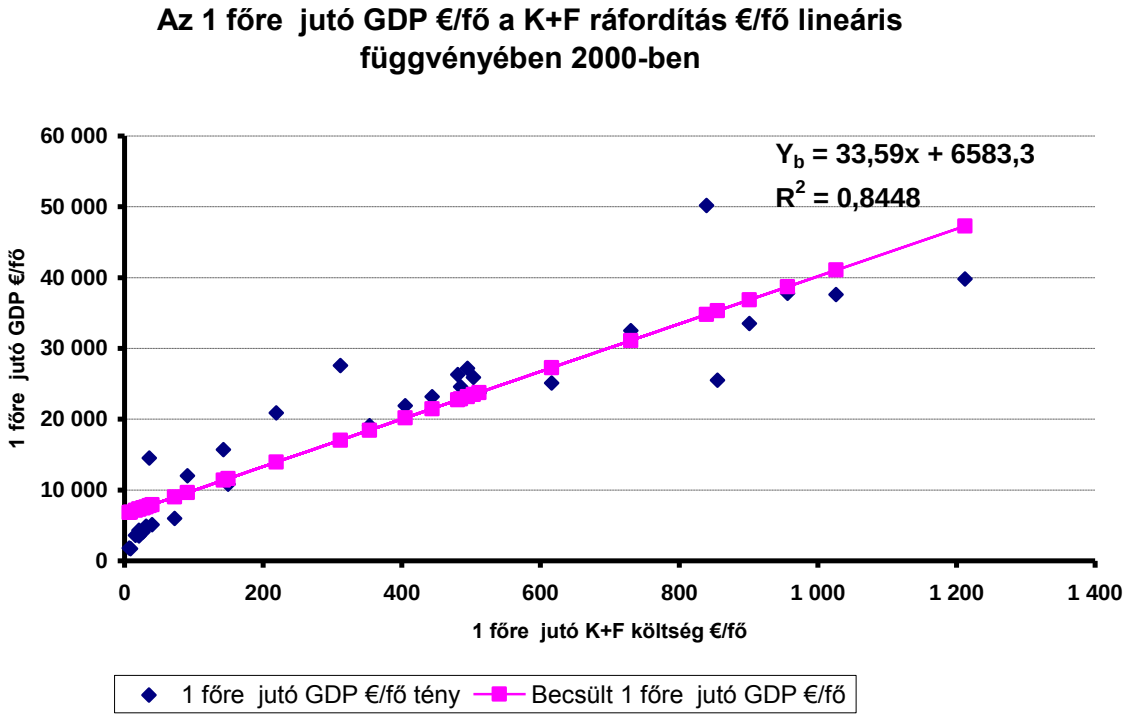
	Df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	4,51E+09	4,51E+09	163,251	1,15E-13
Maradék	30	8,28E+08	27598456		
Összesen	31	5,33E+09			

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (b)	6583,301	1356,266	4,854	3,518E-05	3813,440	9353,163
K+F költség,€/fő (x)	33,590	2,629	12,777	1,145E-13	28,221	38,959

Forrás: Az Excel program output adatai.

A kapott függvény: $\hat{y} = 6583{,}301 + 33{,}59x$
$R^2 = 0{,}84$

A varianciaanalízis eredményei szerint az F értéke szignifikáns összefüggést jelez. A független változó hatását jelző R^2 érték 0,84, vagyis a K+F értékek jelentős mértékben hatnak a GDP alakulására. A lineáris regressziós egyenlet „b" paramétere szerint 1€/fő K+F intenzitásnövelés 33,60 €/fő GDP növekedést vált ki. A két tényező közötti kapcsolatot bemutató 10. ábra jól szemlélteti az összefüggés jellegét, valamint azt is, hogy a regressziós egyenes jól illeszkedik az eredeti értékhez.



10. ábra. Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F ráfordítás €/fő lineáris függvényében 2000-ben

A 2008. évi adatokkal végzett számítások nagyjából hasonló tendenciát mutatnak. Megállapíthatjuk, hogy a K+F intenzitás és a GDP között változatlanul erős a kapcsolat. 2000 és 2008. évi adatok és kapcsolatok között a fő különbség, hogy a színvonal emelkedett, ugyanakkor a K+F ráfordításhoz nagyobb GDP/fő fejlettségi színvonal tartozik. Mindezt jól bizonyítják a fontosabb statisztikai adatok és a varianciaanalízis eredményei.

4. táblázat

Az 1 főre jutó GDP €/fő és a K+F ráfordítás €/fő lineáris függvény számítás eredményei 2008-ban

Regressziós statisztika	
r értéke	0,845
r-négyzet	0,714
Korrigált r-négyzet	0,704
Standard hiba	8902,445
Megfigyelések	30

A varianciaanalízis eredményei

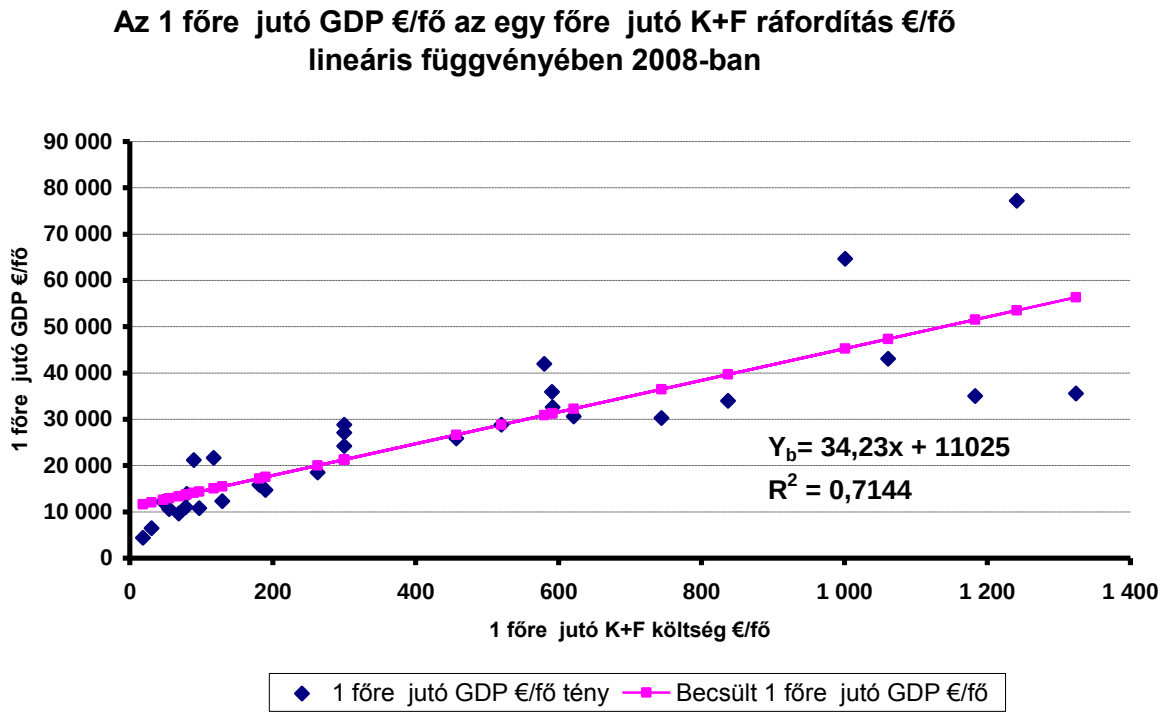
	Df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	5,55E+09	5,5E+09	70,02777	4,2E-09
Maradék	28	2,22E+09	7,9E+07		
Összesen	29	7,77E+09			

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	11025,200	2414,491	4,566	9,07E-05	6079,333	15971,07
K+F költség €/fő	34,230	4,090	8,368	4,2E-09	25,851	42,608

Forrás: Az Excel program eredményei

A kapott 2. függvény: $\hat{y} = 11025{,}2 + 34{,}2x$

$R^2 = 0{,}71$



11. ábra. Az 1 főre jutó GDP €/fő az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő lineáris függvényében 2008-ban

Az exponenciális függvény illesztése szakmailag azért fontos, mert jobban értelmezhető az alap közgazdasági összefüggés, hogy ha egy ország 1 egységgel növelni tudja a K+F tőkeigényét, az – bizonyos valószínűség mellett – hány %-kal növeli az 1 főre jutó GDP-vel mért gazdagságát.

5. táblázat

Az 1 főre jutó GDP €/fő az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő kapcsolat exponenciális függvény paraméterei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,8256
r-négyzet	0,6816
Korrigált r-négyzet	0,6710
Standard hiba	0,5587
Megfigyelések	32

A varianciaanalízis eredményei:

	df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	20,0439	20,0439	64,2069	6,06E-09
Maradék	30	9,3653	0,3122		
Összesen	31	29,4092			

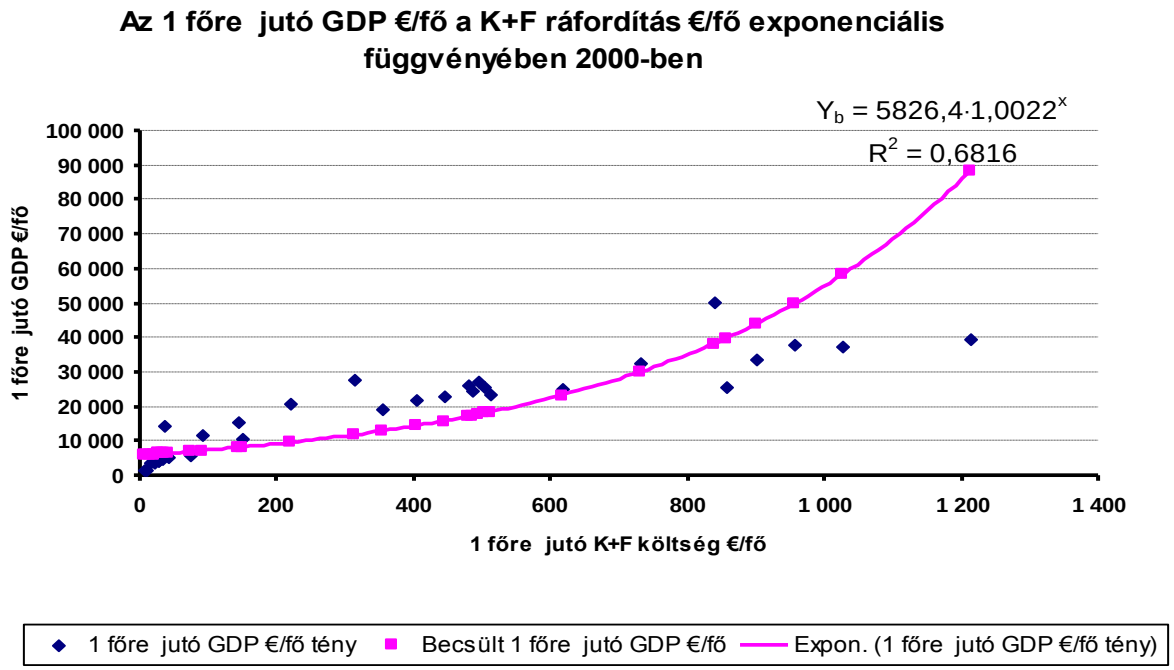
	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (ln(a))	8,6702	0,1442	60,1070	7,88E-33	8,3756	8,9648
K+F költség €/fő (ln(b))	0,0023	0,0003	8,0129	6,06E-09	0,0017	0,0028
a	5826,4420					
b	1,0022					

Forrás: Saját számítási

A kapott függvény: $\hat{y} = 5826{,}44 \cdot 1{,}0022^{x}$

$R^2 = 0{,}68$

A függvény „b” paramétere szerint azok az országok, amelyekben az 1 főre jutó K+F ráfordítási egy €-val több, az 1 főre jutó GDP 0,0022%-kal magasabb. Ez ezer €/fő színvonal-különbség mellett már 0,2%-os GDP/fő színvonal-különbséget jelent.



12. ábra. Az 1 főre jutó GDP a K+F €/fő ráfordítás €/fő exponenciális függvényében 2000-ben

A korrelációs koefficiens és a determinációs együttható ugyanakkor azt is mutatja, hogy a két tényező közötti kapcsolatot nem az exponenciális egyenlet írja le a legjobban.
Ugyanezt bizonyítják a 2008 év adatai is:

6. táblázat
Az 1 főre jutó GDP a K+F €/fő ráfordítás €/fő exponenciális függvény paraméterei 2008-ban

Regressziós statisztika	
r értéke	0,8263
r-négyzet	0,6827
Korrigált r-négyzet	0,6714
Standard hiba	0,3770
Megfigyelések	30

A varianciaanalízis eredményei

	Df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	8,5609	8,5609	60,2462	1,87E-08
Maradék	28	3,9787	0,1421		
Összesen	29	12,5400			

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (ln(a))	9,3850	0,1022	91,7963	2,8582E-36	9,1756	9,5945
K+F költség €/fő(ln(b))	0,0013	0,0002	7,7618	1,8678E-08	0,0010	0,0017
a	11908,7173					
b	1,0013					

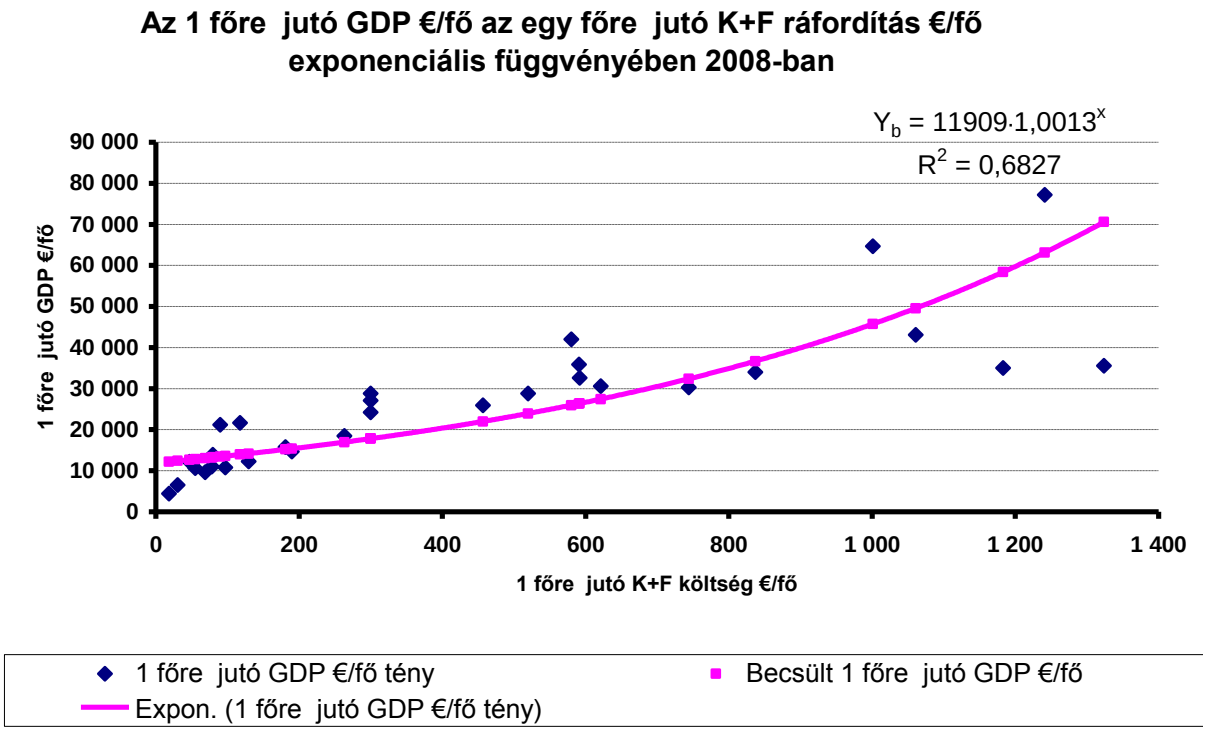
Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 11908{,}7 \cdot 1{,}0013^{x}$

$R^2 = 0{,}68$

A 2008-ban 1000 €/fő K+F ráfordítás szintkülönbség 0,13%-os differenciát eredményez az országok gazdaságában.

.



13. ábra. Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő exponenciális függvényében 2008-ban

A hatvány függvény ($\hat{y} = a \cdot x^b$) illesztésével a tényezők egymásra hatásának %-os értékét vizsgáltam. Arra voltam kíváncsi, hogy ha az ország K+F ráfordítás között 1%-os különbség van, az mekkora %-os eltérést jelent az 1 főre jutó GDP színvonalában. Tehát a relatív értékekben jobb eligazítást ad, így finomabb összehasonlításra ad lehetőséget.

A hatvány függvény 2000. évi statisztikai paramétereit mutatják az alábbi adatok:

7. táblázat

Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő exponenciális függvény paraméterei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,9674
r-négyzet	0,9358
Korrigált r-négyzet	0,9337
Standard hiba	0,2508
Megfigyelések	32,0000

A varianciaanalízis eredményei

	df	***SS***	***MS***	***F***	***F szignifikanciája***
Regresszió	1	27,5221	27,5221	437,5466	1,92E-19
Maradék	30	1,8870	0,0629		
Összesen	31	29,4092			

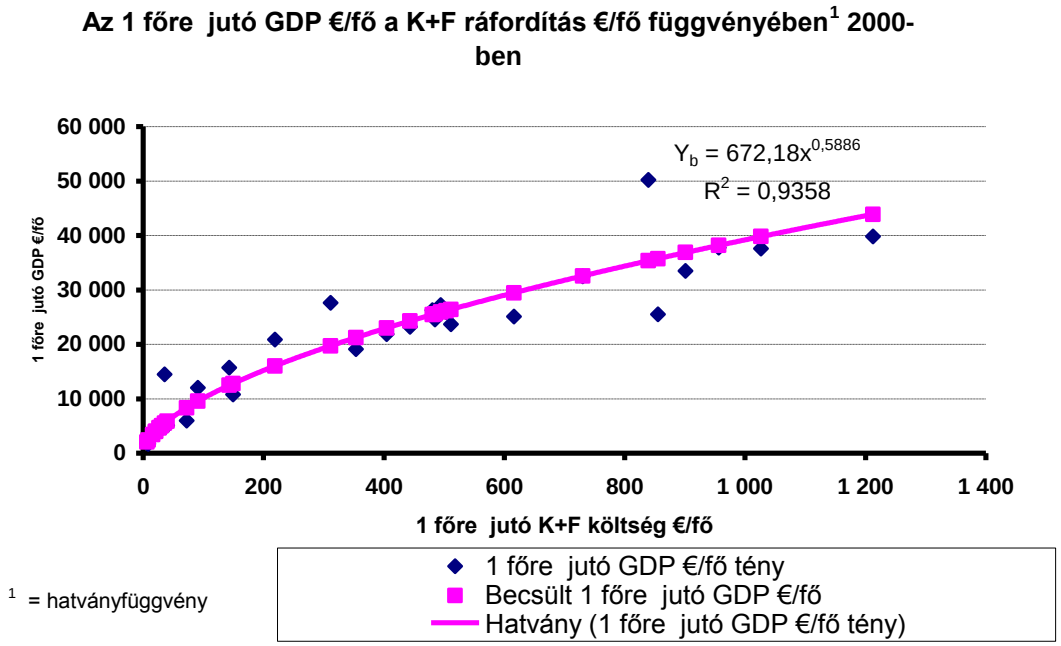
	Koefficiensek	***Standard hiba***	***t-érték***	***p-érték***	***Alsó 95%***	***Felső 95%***
Tengelymetszet**, ln(a)**	6,5105	0,1502	43,3435	1,28E-28	6,2038	6,8173
1 főre jutó K+F költség €/fő, **b**	0,5886	0,0281	20,9176	1,92E-19	0,5311	0,6460
a	672,1758					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 672{,}2 \cdot x^{0{,}59}$

$R^2 = 0{,}94$

Jól láthatjuk, hogy a legszorosabb összefüggést, illetve a legpontosabb illesztést a hatványfüggvény adja. A korrelációs együttható értéke 2000-ben 0,9674, a determinációs együttható értéke pedig 0,9358, tehát a K+F ráfordítás intenzitása közel 94%-ban befolyásolja az 1 főre jutó GDP színvonalát. Ugyanakkor az is igaz, hogy a K+F ráfordítás 1%-kal nő, az 1 főre jutó GDP 0,95%-kal nő, tehát a növekedés degresszív jellegű. Jól mutatja ezt a 14. ábra.



14. ábra. Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F ráfordítás €/fő függvényében 2000-ben

A hasonló tendenciát mutatnak a 2008. évi adatai is.

8. táblázat

Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F ráfordítás €/fő függvény paraméterei 2008-ban

Regressziós statisztika	
r értéke	0,9323
r-négyzet	0,8692
Korrigált r-négyzet	0,8645
Standard hiba	0,2421
Megfigyelések	30

A varianciaanalízis eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	10,8988	10,8988	185,9914	6,88E-14
Maradék	28	1,6408	0,0586		
Összesen	29	12,5396			

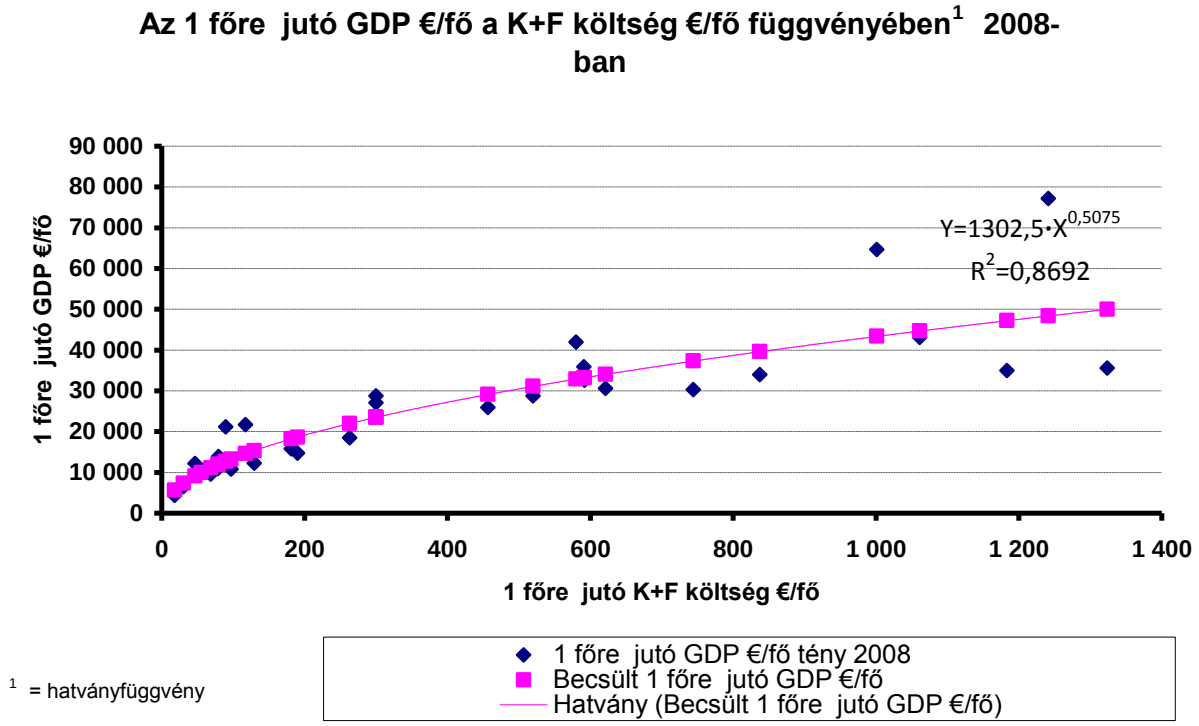
	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet, **ln(a)**	7,1721	0,2100	34,1530	2,29E-24	6,7419	7,6022
1 főre jutó K+F költség €/fő, **b**	0,5075	0,0372	13,6379	6,88E-14	0,4313	0,5837
a	1302,534					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 1302{,}5 \cdot x^{0{,}51}$

$R^2 = 0{,}87$

2008-ban az egyenlet paraméterei közel azonosak a 2000. év adataival, azzal a különbséggel, hogy 2008. évhez inkább a „pulzálás” irányában történő elmozdulás tapasztalható.



[1] = hatványfüggvény

15. ábra. Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F költség €/fő függvényében 2008-ban

Az alábbi táblázatban összefoglalom a kétváltozós kapcsolat főbb jellemzőit. A függő változó tehát az 1 főre jutó GDP, a független változó az 1 főre jutó K+F ráfordítás. A vizsgálat adatbázisa a vizsgálatba vont országok adatai.

9. táblázat
Az 1 főre jutó GDP és az 1 főre jutó K+F ráfordítás különböző típusú függvényeinek összehasonlító adatai

Függvény	*2000*	*Koefficiensek*	*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	*$V\sigma_e$*
Lineáris	a	6583,301	4,9	163,3	0,84	27,3 %
	b	33,590	12,8			
Exponenciális	a	5826,442	60,107	64,2	0,68	63,2 %
	b	1,002	8,013			
Hatvány	a	672,2	43,340	437,5	0,94	23,1 %
	b	0,588	20,920			

Függvény	*2008*	*Koefficiensek*	*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	$V\sigma_e$
Lineáris	a	11025,2	4,6	70,0	0,71	34,3 %
	b	34,2	8,4			
exponenciális	a	11908,7	91,796	60,2	0,68	41,9 %
	B	1,0013	7,762			
Hatvány	A	1302,5	34,153	186,0	0,87	33,1 %
	B	0,507	13,638			

Forrás: Saját számítás

Az 1 főre jutó GDP, €/fő alakulását a K+F ráfordítás, €/fő függvényében legpontosabban a hatványfüggvény írja le mindkét évben. Ez arra utal, hogy a két tényező közötti kapcsolat enyhén degresszív jellegű, tehát minél szegényebb egy ország annál fontosabb szerepet tölt be a kutatás-fejlesztés az ország gazdasági helyzetének javításában. A gazdasági döntéshozatal szempontjából nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy viszonylag nagy a regressziós egyenesek illesztésének relatív hibája. Természetesen tisztában vagyok azzal, hogy ezek az információk nagyon átfogó jellegűek, a konkrét ok-okozati összefüggések feltárása további, mélyebb elemzéseket kíván. Úgy gondolom viszont, hogy a figyelem-felhívásra, a K+F tevékenység jelentőségének igazolására jól felhasználhatók.

4.2. A mezőgazdasági kutatás-fejlesztés intenzitásának hatása

A továbbiakban a mezőgazdasági ágazatban vizsgáltam a K+F intenzitás jelentőségét. A korábban használt függvény-illesztéseket az 1 főre jutó mezőgazdasági GDP és az 1 főre jutó K+F ráfordítás, illetve ezeknek az 1 ha-ra jutó értékei között végeztem el. Arra voltam kíváncsi, hogy – hipotézisemnek megfelelően – vajon a mezőgazdasági ágazatban érvényesek-e azok az összefüggések, amelyek a nemzeti szintű adatok esetében ki tudtam mutatni. A számításokat 2000 és 2007 évekre végeztem el külön-külön. (Sajnos 2008 évre még nem álltak rendelkezésre a szükséges adatok). 2000-ben 25 ország, 2007-ben pedig 28 ország adatait tudtam elemezni.

Az adatbázisban nincs a GDP ágazati megoszlására adat, ezért a bruttó hozzáadott érték (Gross value added) ágazati megoszlási adatait használtam helyette a teljes GDP-hez viszonyítva. A bruttó hozzáadott érték Gross value added (at basic prices) GVA egyenlő az előállított új érték (termékek és szolgáltatások) és az ehhez felhasznált termékek és szolgáltatások értékének különbségével. A bruttó hozzáadott értéket azon ágazat szerint veszik számításba, amely létrehozta. Ez esetben a NACE Rev. 1 szerinti A6 lebontást alkalmazzák. A teljes GDP értékből és a mezőgazdaság, vad- és erdőgazdálkodás, halászat totálhoz viszonyított arányából számítottam az ágazati alapadatokat. A GDP és a GVA különbözete a termékadók és támogatások egyenlege. Az agrár K+F ráfordításra csak a GDP %-ában található adat. Ezért az agrár K+F értéket az agrár GDP és az adott % érték felhasználásával számítottam.

A számítás menete a magyar adatok alapján:

Év	*Totál GDP millió €*	*Agrár GVA arány %*	*Agrár GDP Millió €*	*K+F ráfordítás a GDP %-ában*	*Agrár K+F ráfordítás millió €*
	1	***2***	***3=1*2/100***	***4***	***5=3*4/100***
2000	51320,2	5,4	2771,29	0,78	21,616
2007	101086,5	4	4043,46	0,97	39,222

Forrás: saját becslés

A továbbiakban az 1 főre jutó agrár GDP (Y) és az 1 főre jutó agrár K+F ráfordítás (x) összefoglaló adatait és a jellemző regressziós paramétereket értékelem.

10. táblázat

Az 1 főre jutó agrár GDP (Y) és az 1 főre jutó agrár K+F ráfordítás (x) összefoglaló adatai

2000		
	1 főre jutó GDP €/fő	*1 főre jutó K+F költség €/fő*
Várható érték	1 072,589	15,322
Standard hiba	103,912	3,048
Szórás	519,561	15,240
Minimum	337,475	1,870
Maximum	2 021,310	66,834
Darabszám	25	25

2007		
	1 főre jutó GDP €/fő	*1 főre jutó K+F költség €/fő*
Várható érték	1262,387	20,899
Standard hiba	167,780	5,254
Szórás	887,809	27,804
Minimum	367,669	2,680
Maximum	4991,264	137,260
Darabszám	28	28

Forrás: Saját számítás

Az országok összesített adataihoz az alábbi megjegyzéseket teszem:

Az 1 főre jutó mezőgazdasági GDP 2000-ben 1073 €, 2007-ben 1262 €, amely a vizsgált nyolc évben 17,6%-os növekedést jelent. Ezzel szemben az 1 főre jutó agrár K+F ráfordítás a 2000. évi 15 €-ról 2007-ben 21 €-ra, azaz 40%-kal nőtt.

Ugyanezen időszakban az agrárnépesség száma mintegy 30%-kal csökkent. Ennek fényében a K+F intenzitás-növekedés már sokkal visszafogottabbnak ítélhető.

Az 1 főre jutó agrár GDP tekintetében lényeges különbségek vannak. 2000-ben a minimum 337 €, 2007-ben 368 €, a maximum 2021 €, illetve 4991 €. Látszik, hogy a szélsőértékek közötti különbség, vagyis az országok közötti színvonalbeli különbségek nőttek.

A relatív szórások értékei jól mutatják a különbségek növekedését.

- GDP/fő relatív szórása 2000-ben 48%, 2007-ben 70%.
- K+F/fő relatív szórása 2000-ben 99,3%, 2007-ben 129%.

A későbbiek során részletesen vizsgálom, hogy ezekben a nagy eltérésekben van-e valamilyen statisztikailag igazolható összefüggés.

Az 1. hipotézisemnek megfelelően az alábbi számításokat végeztem:

- Az 1 fő mezőgazdasági dogozóra jutó mezőgazdasági K+F ráfordítás és az 1 főre jutó mezőgazdasági GDP közötti kapcsolat;
- 1 ha-ra jutó K+F ráfordítás és a 1 ha-ra jutó GDP közötti kapcsolat számszerűsítése.

A korábbiakhoz hasonlóan az alábbi függvénytípusokat számítottam:

- lineáris,
- exponenciális,
- hatvány függvény.

A számításokat az Excel bővítményprogramjában az un. Analysis ToolPak-ban levő regresszió-analízis alkalmazásával végeztem el.

A lineáris függvény 2000. évi számításának összesített eredményeit mutatják az alábbi adatok:

11. táblázat

A lineáris függvény és a varianciaszámítás eredményei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,716
r-négyzet	0,513
Korrigált r-négyzet	0,492
Standard hiba	370,450
Megfigyelések	25

A varianciaanalízis eredményei

	df	***SS***	***MS***	***F***	**Vσ_e%**	***F szignifikanciája***
Regresszió	1	3322277	3322277	24,209		5,68E-05
Maradék	23	3156358	137233			
Összesen	24	6478636			34,538	

	Koefficiensek	***Standard hiba***	***t-érték***	***p-érték***	***Alsó 95%***	***Felső 95%***
Tengelymetszet (b)	698,508	106,159	6,580	1,03E-06	478,902	918,114
K+F költség, €/fő (x)	24,414	4,962	4,920	5,68E-05	14,150	34,679

Forrás: Saját számítási

A kapott függvény:

$\hat{y} = 698{,}5 + 24{,}414x$

$R^2 = 0{,}513$

A korrelációs együttható értéke szerint az 1 főre jutó mezőgazdasági GDP és az 1 főre jutó mezőgazdasági K+F értéke között közepes-jó kapcsolat van. A kapcsolat erősségét ebben az esetben a munka technikai felszereltsége is befolyásolja, a munka technikai felszereltsége helyettesítheti az élőmunka alacsonyabb ellátottságát.

Az élőmunka termelékenysége és az eszközhatékonyság között az összekötő kapocs az élőmunka technikai felszereltsége, az egységnyi élőmunka-felhasználásra jutó eszközmennyiség.

$\frac{D}{L}$ technikai felszereltség esetén,
(ahol *D* az eszközfelhasználás, L az élőmunka mennyisége) a termelés eszközigényessége

$\frac{D}{Q}$, ahol Q az előállított termelékenység (hozamérték, GDP stb.)

A $\frac{D}{Q}$ felírható a felszereltségi és termelékenységi mutató hányadosaként:

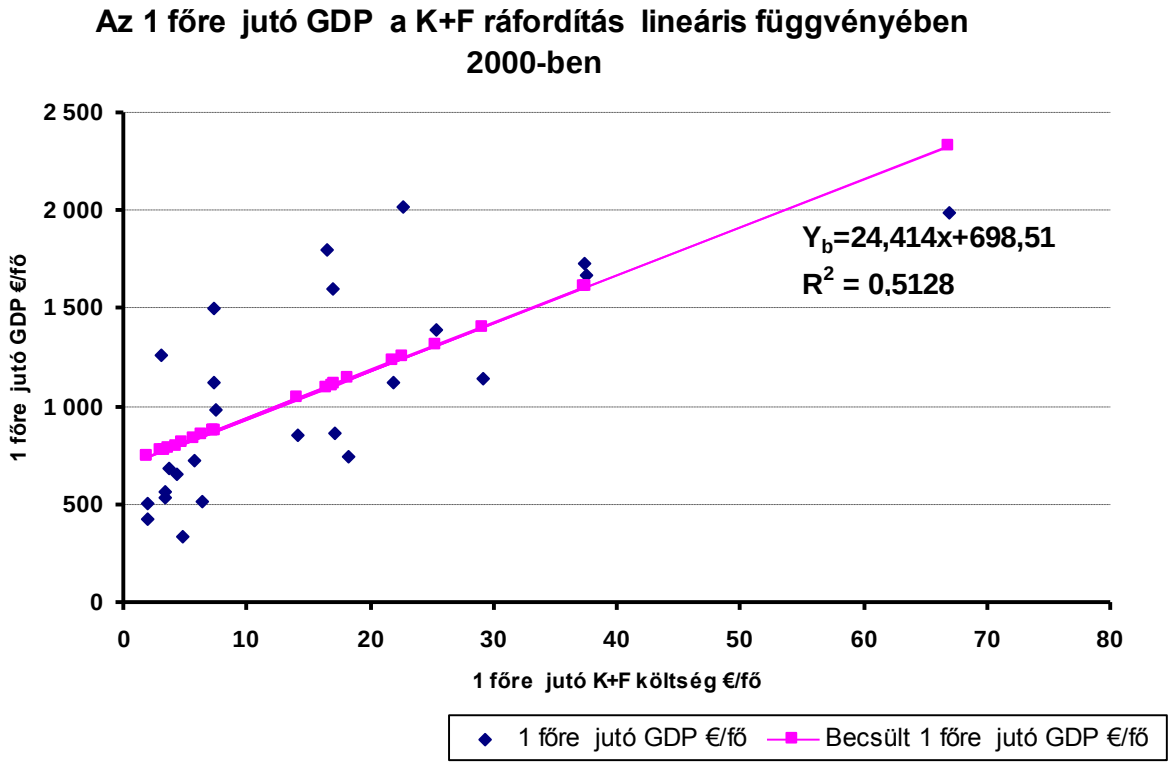
$$\frac{D}{Q} = \frac{D}{L} : \frac{Q}{L}$$

Vagyis a fejlődés alapjában véve a munka technikai felszereltségének változásából fakadó output-növekedés függvénye. A felszereltség változására két tényező hat: az élőmunka egységnyi mennyiségének kiváltásához szükséges eszközállomány változása (helyettesítési folyamat), valamint az eszközállomány növekedése (expanziós folyamat).

A helyettesítés általában változatlan színvonal mellett értelmezhető, míg a hozamnövelésre irányuló eszközbefektetés célja az élőmunka helyettesítésen túlmenő volumenhozadék elérése.

A mezőgazdaságban ezek a folyamatok az átlagprofiton túl az extrajövedelem, illetve a földjáradék növelését végső soron a mezőgazdasági GDP növekedését jelenti.

A regressziós egyenes b paramétere szerint amennyiben az 1 főre jutó K+F költségek 1 €-val nőnek, az 1 főre jutó agrár GDP 24,41 €-val nő, tehát nagyon komoly a K+F tevékenység hozadéka.
A nem túl erős kapcsolatot a 16. ábra is jól szemlélteti.



16. ábra. Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás lineáris függvényében 2000-ben

A lineáris függvény 2007. évi adatai még inkább megerősítik ezt az összefüggést:

12. táblázat

Az 1 főre jutó GDP és a K+F ráfordítás lineáris függvény eredményei 2007-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,870
r-négyzet	0,757
Korrigált r-négyzet	0,747
Standard hiba	446,206
Megfigyelések	28

Varianciaanalízis

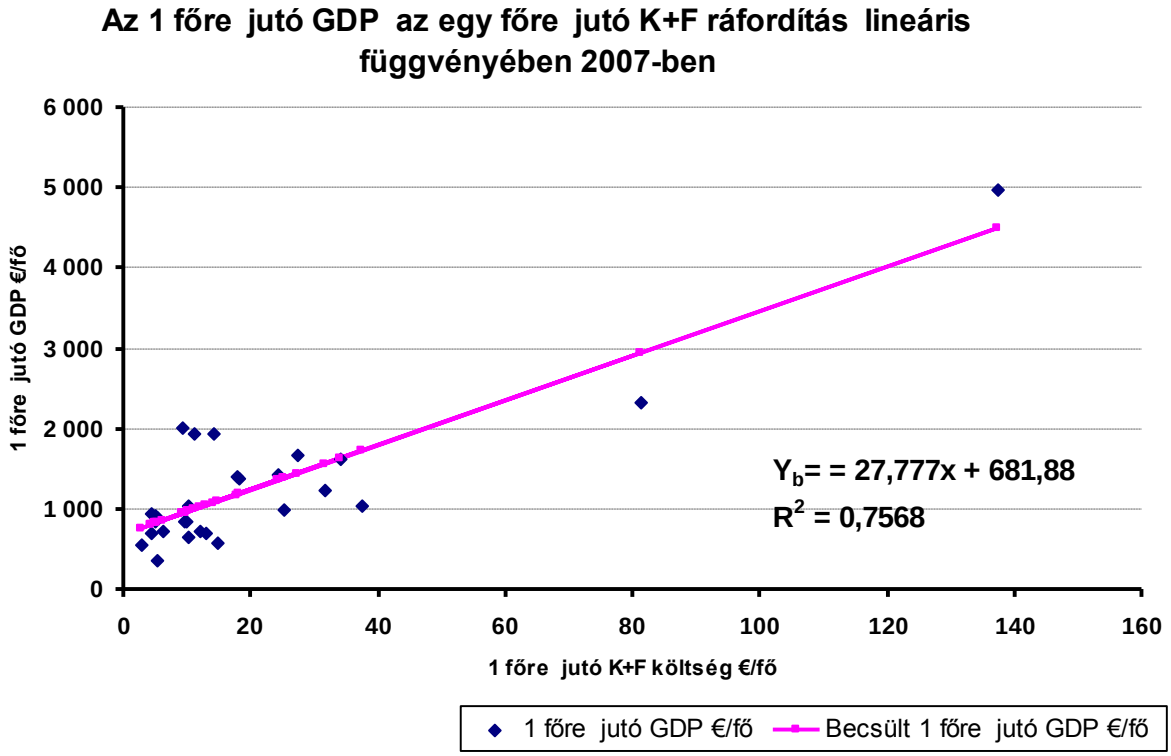
	Df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$%	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	16104937	16104937	80,9		1,8E-09
Maradék	26	5176602	199100,1			
Összesen	27	21281540		35,346	35,346	

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	681,879	106,192	6,421	0,000	463,598	900,161
K+F költség €/fő	27,777	3,088	8,994	0,000	21,429	34,126

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 681{,}9 + 27{,}78x$

$R^2 = 0{,}757$



17. ábra. Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás lineáris függvényében 2007-ben

A 2007. év adatai szerint 1 € kutatás-fejlesztési ráfordítás növekedés már 27,78 € agrár GDP növekedést eredményez, sokkal megbízhatóbb valószínűségi szint mellett.

A két tényező kapcsolatát **Exponenciális függvény** segítségével is ellenőriztem. Azt vizsgáltam, hogy amennyiben egy €-val nő a K+F ráfordítás, az hány %-os agrár GDP növekedést eredményez 1 főre vetítve.

13. táblázat

Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás lineáris függvényében 2007-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,675
r-négyzet	0,455
Korrigált r-négyzet	0,431
Standard hiba	0,392
Megfigyelések	25

A varianciaanalízis eredményei

	Df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$%	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	2,948	2,948	19,209		2,2E-04
Maradék	23	3,529	0,153			
Összesen	24	6,477			41,995	

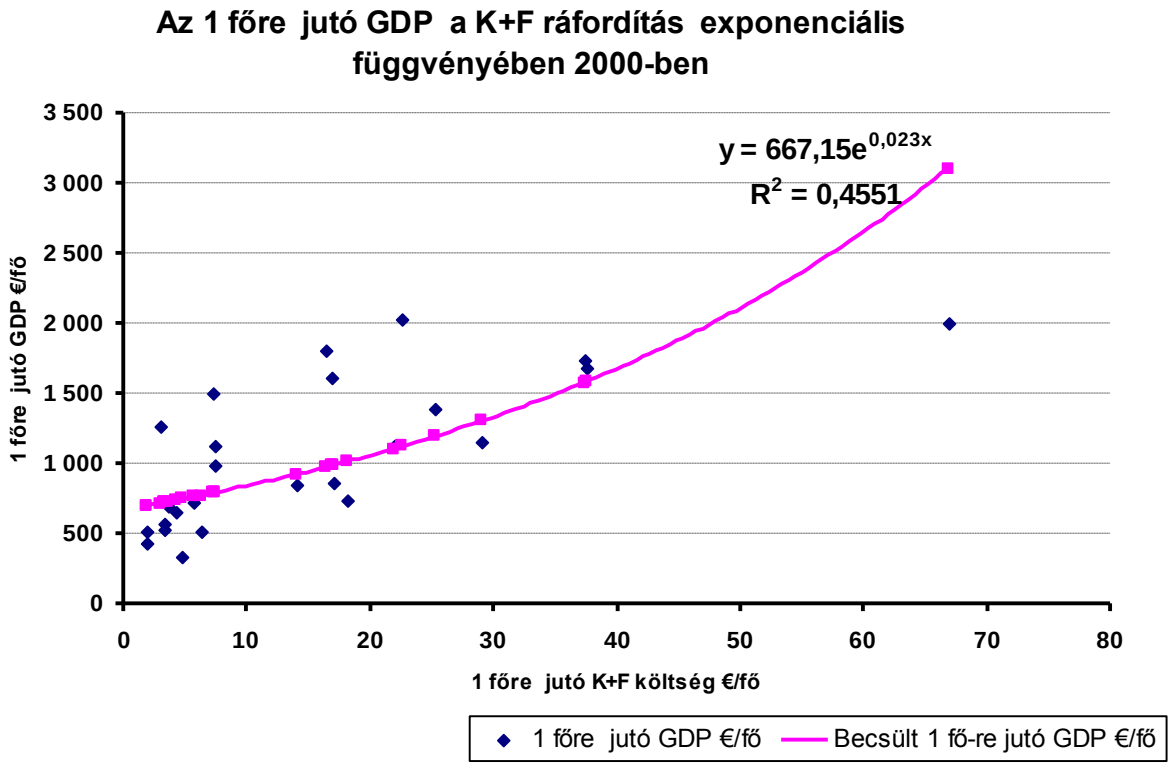
	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (ln(a))	6,503	0,112	57,930	2,0E-26	6,271	6,735
K+F költség €/fő (ln(b))	0,023	0,005	4,383	2,2E-04	0,012	0,034
a	667,151					
b	1,023					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 667{,}15 \cdot 1{,}023^{x}$

$R^2 = 0{,}46$

A függvény illeszkedése rosszabb, mint a lineáris esetben tapasztaltak voltak. 1 € K+F növekedés 2,3%-os GDP növekedést jelent, ami egyébként mintegy 24 €-nak felel meg, tehát ez is utal a kutatás-fejlesztés hatékonyságára.



18. ábra. Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvényében 2000-ben

A 2007. év adatai ugyanezt bizonyítják, csak jóval kevesebb GDP növekedést jeleznek.

A kapott függvény: $\hat{y} = 806{,}06 \cdot 1{,}014^{x}$
$R^2 = 0{,}52$

Sokkal több információt hordoznak viszont a **hatvány függvény** illesztésének eredményei.
A hatvány függvény 2000. évi paraméterei a következők:

14. táblázat
Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvény eredményei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,759
r-négyzet	0,575
Korrigált r-négyzet	0,557
Standard hiba	0,346
Megfigyelések	25

A varianciaanalízis eredményei

	Df	***SS***	***MS***	***F***	**$V\sigma_e$%**	***F szignifikanciája***
Regresszió	1	3,727	3,727	31,166		1,113E-05
Maradék	23	2,750	0,120			
Összesen	24	6,477			32,614	

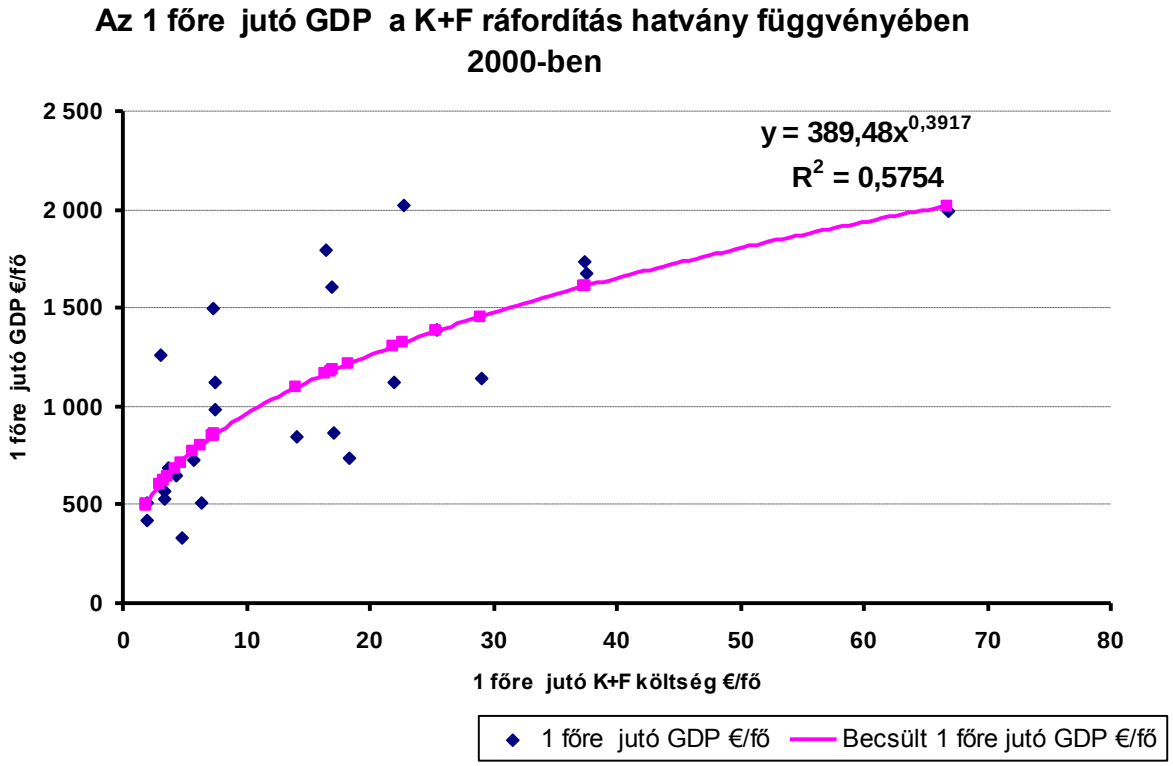
	Koefficiensek	***Standard hiba***	***t-érték***	***p-érték***	***Alsó 95%***	***Felső 95%***
Tengelymetszet (ln(a))	5,965	0,174	34,306	2,951E-21	5,605	6,324
1 főre jutó K+F költség €/fő, **b**	0,392	0,070	5,583	1,113E-05	0,247	0,537
a	389,478					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 389{,}48 \cdot x^{0{,}392}$
$R^2 = 0{,}58$

Az adatok szerint ez a függvénytípus is erős kapcsolatot jelez. 1%-os K+F intenzitás-növekedéshez 0,392%-os GDP növekedés tartozik. A %-os hatás mértéke 58%. Ami érdekes, s külön figyelmet érdemel, az a hazai termék növekedésének degresszív jellege.

Az összefüggést ábrázoló grafikonból kitűnik, hogy különösen az alacsonyabb K+F intenzitású országokban vegyes a kép, azonban az intenzívebb kutatás-fejlesztés már egyértelműbb helyzetre utal.



19. ábra. Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás hatvány függvényében 2000-ben

Ugyanezt a tendenciát mutatják a hatvány függvény 2007. évi adatai is:

Regressziós statisztika	
r értéke	0,717
r-négyzet	0,514
Korrigált r-négyzet	0,495
Standard hiba	0,381
Megfigyelések	28

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 371{,}01 \cdot x^{0{,}417}$

$R^2 = 0{,}51$

2007-ben az 1 főre jutó mezőgazdasági K+F ráfordítások 1%-os növekedéséhez a 0,417%-os 1 főre jutó agrár GDP növekedés tartozik. Ez is degresszív jellegű kapcsolat, tehát az elmúlt nyolc évben a kapcsolat jellegében lényeges változás (előrelépés) nem történt.

A különböző függvényillesztések eredményeit az alábbi táblázatba foglalva tettem áttekinthetőbbé:

15. táblázat
A függvényszámítások összehasonlító adatai

Függvény	*2000*	*Koefficiensek*	*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	*$V\sigma_e$*
Lineáris	a	698,508	6,58	24,21	0,51	34,54%
	b	24,414	4,92			
Exponenciális	a	667,151	57,93	19,21	0,46	41,99%
	b	1,023	4,38			
Hatvány	a	389,478	34,31	31,17	0,58	32,61%
	b	0,392	5,58			

Függvény	*2007*	*Koefficiensek*	*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	*$V\sigma_e$*
Lineáris	a	681,879	6,42	80,89	0,76	35,35%
	b	27,777	8,99			
Exponenciális	a	806,062	74,47	28,50	0,52	34,61%
	b	1,014	5,34			
Hatvány	a	371,008	27,38	27,47	0,51	45,71%
	b	0,417	5,24			

Forrás: Saját számítás

Az r-négyzet, az F érték, a t értékek valamint az illesztés relatív hibája $V\sigma_e$ alapján megállapítható, hogy az 1 főre jutó GDP [€/fő] (Yb) alakulását a K+F ráfordítás [€/fő] függvényében a 2000. évben a hatvány függvény, míg 2007. évi adatok alapján a lineáris függvény írja le legpontosabban.

Az alkalmazott mutatók elsősorban a munkatermelékenység színvonalára utalnak, s úgy is értelmezhetjük, hogy a kutató-fejlesztő munka hogyan befolyásolja az egyes országok mezőgazdaságában a munkatermelékenységet. Ez nagyon fontos mutató, hiszen ettől függ az agrárgazdaságból élők jövedelme, a jövedelmek növekedésének üteme, s az ágazatok műszaki fejlesztésének lehetősége is. A kiszámított összefüggések ebben az esetben is bizonyították, hogy a kutatás-fejlesztés az agrárgazdaság növekedésének egyik meghatározó eleme.

Magyarország adatait kiemelve a következőket mondhatom el:

Az 1 főre jutó agrár GDP a 2000. évi 728 €/fő színvonalról 2007-re 1038 €/fő-re emelkedett. A növekedés 43%. Ugyanebben az időszakban az 1 főre jutó agrár K+F ráfordítás 5,7 €/fő szintről 10,1 €/főre emelkedett. A növekedés 77%. Úgy tűnhet, hogy Magyarország K+F intenzitása meghaladja a vizsgált országok átlagát. Sajnos e folyamat mögött a magyar agrár-foglalkoztatottak számának sokkal nagyobb mértékű csökkenése húzódik meg. Az viszont igaz, hogy az „ágazatban maradottak"-nak a potenciális lehetőségei jobbak.
Az 1 főre jutó K+F növekedési trendjének b paramétere 0,65 €/fő. Ha az alapirányzat nem változik, úgy 10 év múlva (2007-hezviszonyítva) az 1 főre jutó K+F agrárkutatási intenzitás elérheti a 16,6 €/fő szintet.

Az Y = 681,9 + 27,78x regressziós egyenlet alapján a várható 1 fő mezőgazdasági foglalkoztatottra jutó agrár GDP elérheti az 1143 €/főt, azaz 272 Ft/€ árfolyamon a 3100896 Ft/fő színvonalat.

Regressziós kapcsolatok 1 ha mezőgazdasági területre jutó GDP (Y) és 1 ha mezőgazdasági területre jutó K+F ráfordítás (x) között.

Nemzetközi összehasonlításban az agrárgazdaságok teljesítményeit leggyakrabban a terület egységére jutó input-output adatok segítségével elemezhetjük ki. A területi termelékenységet jelző mutatók aggregát formában kifejezik a gazdálkodás színvonalát, a parciális mutatók pedig lehetővé teszik a strukturális különbségek elemzését, feltárását.

16. táblázat
Az 1 ha-ra jutó GDP és az 1 ha-ra jutó K+F ráfordítás összefoglaló adatai

2000		
	1 ha mg. területre jutó GDP [€/ha]	***1 ha mg. területre jutó K+F költség €/ha***
Várható érték	1246,741	20,894
Standard hiba	303,247	6,012
Szórás	1174,471	23,286
Minimum	139,759	0,615
Maximum	4852,860	88,322
Darabszám	15	15

2007		
	1 ha mg. területre jutó GDP [€/ha]	***1 ha mg. területre jutó K+F költség €/ha***
Várható érték	1514,217	18,729
Standard hiba	442,431	4,273
Szórás	2255,965	21,786
Minimum	266,816	1,574
Maximum	11194,315	97,847
Darabszám	26	26

Forrás: Saját számítás alapján saját összeállítás

Az adatok összefoglaló táblázatából jól látszik, hogy a vizsgált országok átlagában (2000-ben, 2007-ben 26 ország adata) az 1 ha-ra jutó bruttó hozzáadott érték 1247 € volt 2000-ben és 1514 € 2007-ben. A növekedés 21,4%-os. Az 1 ha-ra jutó K+F ráfordítás ugyanezen évben 20,89% €/ha,

illetve 18,73 €/ha, tehát semmi növekedés nem tapasztalható. Az átlagkép mögött ugyanakkor nagyon változó a kép nemzetenként. (A legtöbb országban nőtt a K+F intenzitása, valamint 1-2 országban – pl.: Hollandia – erőteljes visszaesés figyelhető meg, amely visszahúzza az átlagadatokat is.

Az átlagadatok mögött az alábbi szélsőértékek fordulnak elő:

Az egy ha-ra jutó agrár GDP minimum értéke 2000-ben 140, 2007-ben 267 €, a maximum értékek 4853 €, illetve 11194 €. Az egy ha-ra jutó K+F ráfordítások minimum értéke 2000-ben csak 0,62 €, 2007-ben 2 €. A maximum értékek 88, illetve 99 €.

Ezek az adatok jól mutatják, hogy a minimum és a maximum értékek is nőttek a vizsgált periódusban, de a K+F ráfordítások növekedése szerényebb mértékű volt.

Az agrárkutatási-fejlesztési GDP-re gyakorolt hatását is három függvénytípussal illesztését végeztem el:

- lineáris függvény,
- exponenciális,
- hatvány függvényeket számítottam.

A számításokat szintén az Excel bővítményprogramjában az un. Analysis ToolPak-ban lévő regresszió-analízis alkalmazásával végeztem.

17. táblázat

Az 1 ha-ra jutó GDP és az 1 ha-ra jutó K+F ráfordítás lineáris függvény 2000. évi számításának paraméterei

Regressziós statisztika	
r értéke	0,952
r-négyzet	0,906
Korrigált r-négyzet	0,898
Standard hiba	374,368
Megfigyelések	15

A varianciaanalízis eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$%	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	1,7E+07	1,7E+07	124,789		4,91E-08
Maradék	13	1,8E+06	1,4E+05			
Összesen	14	1,9E+07			30,028	

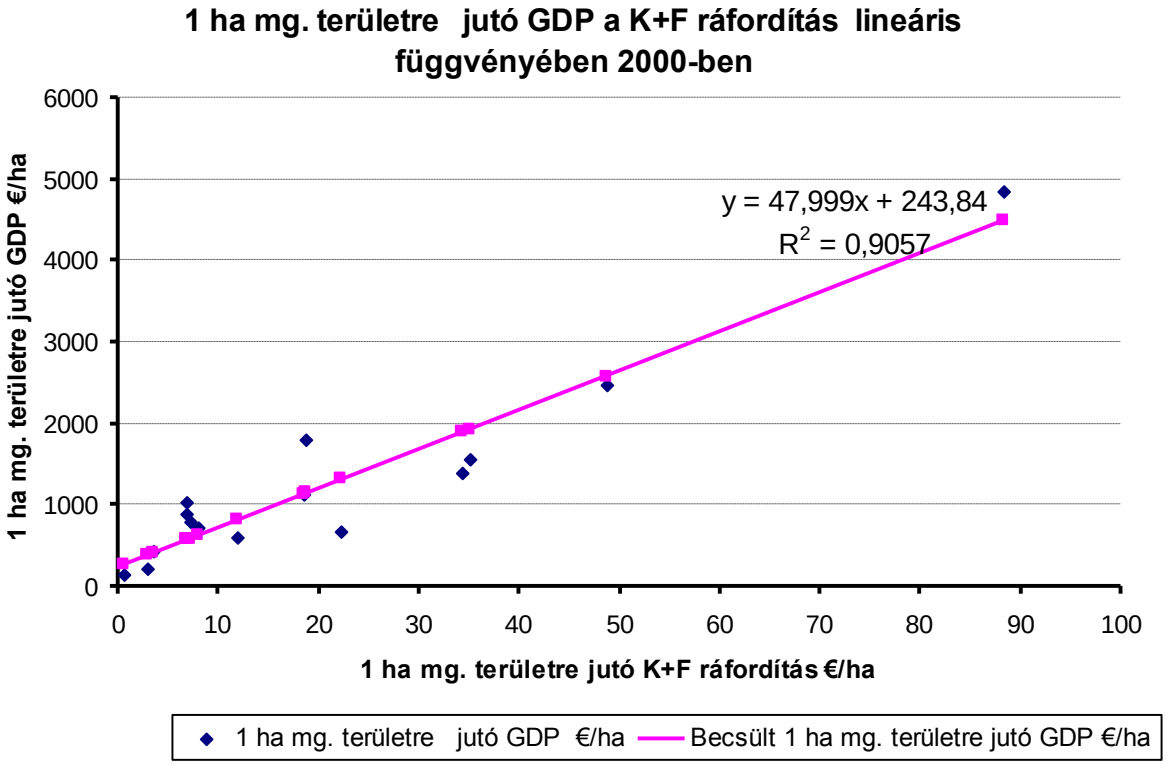
	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (b)	243,842	131,922	1,848	0,087	-41,159	528,842
K+F ráfordítás, €/ha (x)	47,999	4,297	11,171	0,000	38,717	57,282

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 243{,}842 + 48{,}0x$

$R^2 = 0{,}91$

A számítások szerint az agrár K+F intenzitása lényeges hatással van az agrár GDP alakulására. A két tényező kapcsolatának szorossága nagyon erős korrelációt mutat. A determinációs együttható értéke 83%, tehát a K+F tevékenység hatása egyértelmű. A lineáris regressziós egyenes egyenletének b paramétere szerint az 1 ha-ra jutó K+F érték 1 €-val történő növelése 48 €-val növeli az agrár GDP 1 ha-ra jutó összegét. Magyarország adatait figyelembe véve 2000-ben a regresszió egyenlet értéke (x=3,45 €/ha mellett) 405,44 €/ha, 2007-ben 482,40 €, ami a tényleges állapotban közel álló érték. A tényezők kapcsolatát bemutató (20. ábra) jól mutatja a két tényező közötti összefüggés jellegét.



20. ábra. 1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás lineáris függvényében 2000-ben

A lineáris függvény 2007. évi adataiból számolt regressziós egyenlet jellemzőbb értékei az alábbiak:

18. táblázat

A lineáris regresszió számítás eredményei 2007-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,763
r-négyzet	0,582
Korrigált r-négyzet	0,564
Standard hiba	1489,161
Megfigyelések	26

Forrás: Saját számítás

A varianciaszámítás eredményei

	Df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$%	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	7,4E+07	7,4E+07	33,375		5,91E-06
Maradék	24	5,3E+07	2,2E+06			
Összesen	25	1,3E+08			98,345	

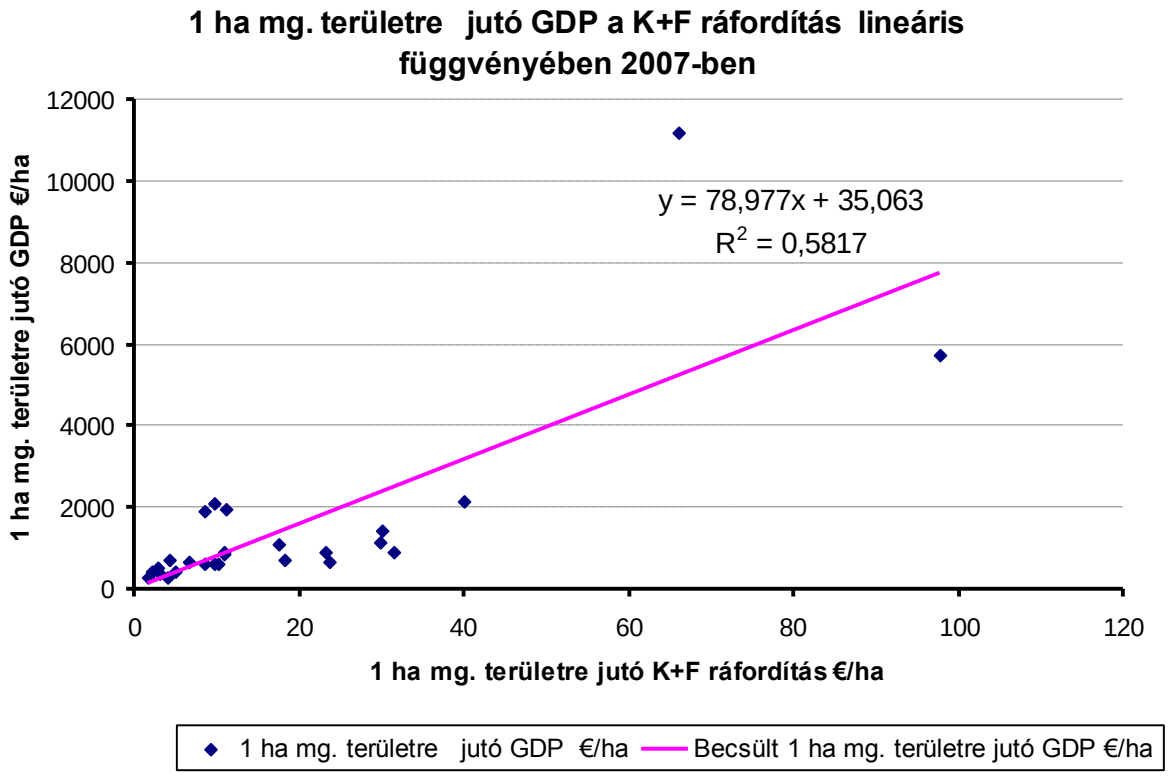
	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	35,063	388,391	0,090	0,929	-766,536	836,662
K+F ráfordítás, €/ha	78,977	13,671	5,777	5,9E-06	50,762	107,192

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 35{,}06 + 79{,}0x$

$R^2 = 0{,}58$

Jól látható, hogy hét év elteltével a kapcsolat szorossága ugyan némileg csökkent, ugyanakkor a K+F számszaki hatása erősödött, hiszen az 1ha-ra jutó K+F ráfordítás 1 €-val való növelése az 1 ha-ra jutó agrár GDP-t 7 €-val növeli.



21. ábra. 1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás lineáris függvényében 2007-ben

19. táblázat

1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás az exponenciális függvény 2000. évi számításának eredményei

Regressziós statisztika	
r értéke	0,804
r-négyzet	0,647
Korrigált r-négyzet	0,620
Standard hiba	0,556
Megfigyelések	15

A varianciaanalízis eredményei

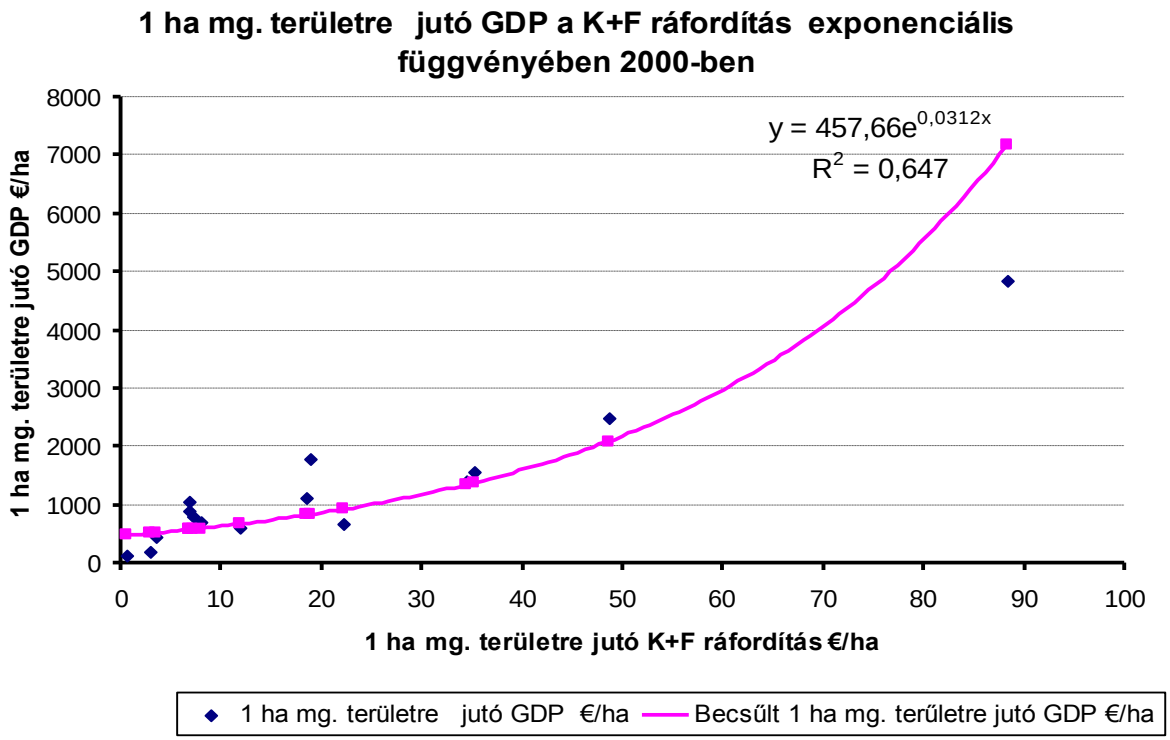
	Df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$%	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	7,370	7,370	23,827		2,999E-04
Maradék	13	4,021	0,309			
Összesen	14	11,391			60,01	

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (ln(a))	6,126	0,196	31,258	1,282E-13	5,703	6,550
K+F ráfordítás (ln(b))	0,031	0,006	4,881	2,999E-04	0,017	0,045
a	457,658					
b	1,032					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 457{,}7 \cdot 1{,}032^{x}$

$R^2 = 0{,}65$



22. ábra. 1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvényében 2000-ben

A függvény „b” paramétere azt mutatja, hogy ha a K+F ráfordítás 1 ha-ra jutó értéke 1 €-val nő, akkor ahhoz az 1 ha-ra jutó agrár GDP értékének 3,2%-kal való emelkedése párosul.
Ez az összefüggés hasonló 2007-ben is, ennek ellenére, a teljesség kedvéért ismertetem a paramétereit.

20. táblázat

Az exponenciális függvény 2007. évi eredményei

Regressziós statisztika	
r értéke	0,791
r-négyzet	0,626
Korrigált r-négyzet	0,611
Standard hiba	0,533
Megfigyelések	26

A varianciaszámítás eredményei

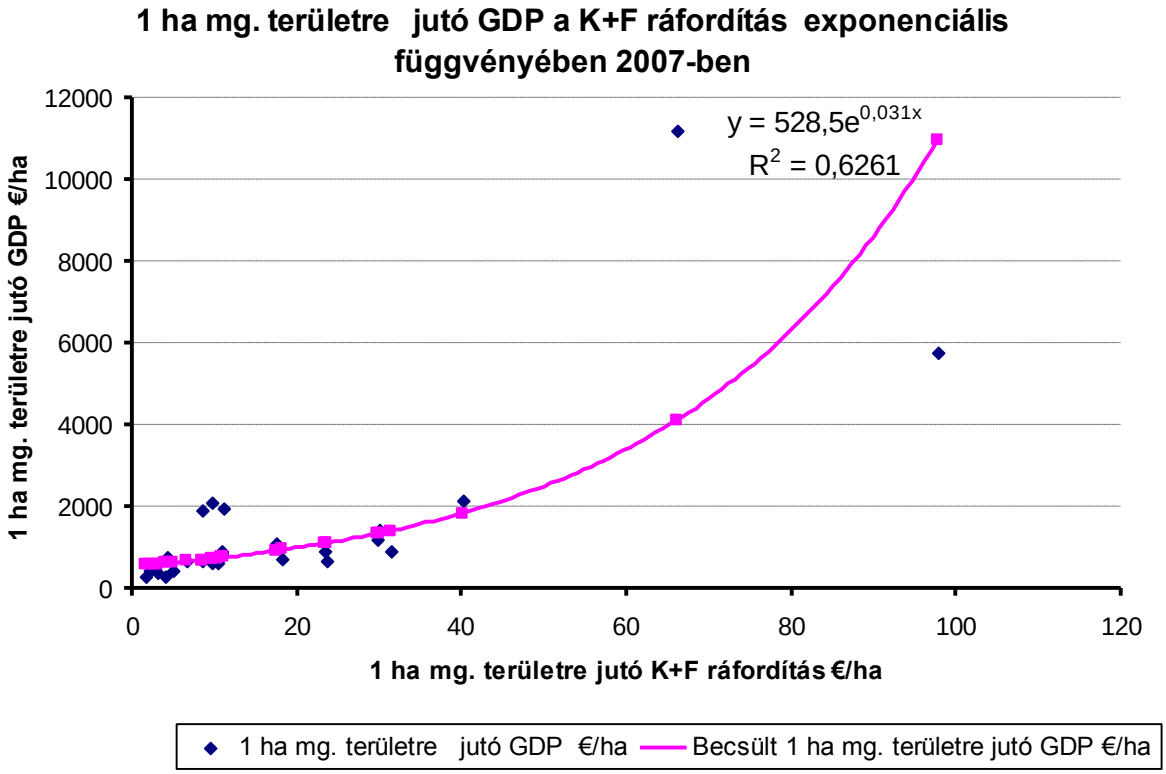
	df	***SS***	***MS***	***F***	**Vσ_e%**	***F szignifikanciája***
Regresszió	1	11,400	11,400	40,188		1,5-06
Maradék	24	6,808	0,284			
Összesen	25	18,208			123,175	

	Koefficien-sek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet (ln(a))	6,270	0,139	45,138	1,01E-24	5,983	6,557
K+F költség 1000€/ha (ln(b))	0,031	0,005	6,339	1,49E-06	0,021	0,041
a	528,499					
b	1,031					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 528{,}5 \cdot 1{,}031^{x}$

$R^2 = 0{,}63$



23. ábra. 1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvényében 2007-ben

Más jellegű információt ad a két tényező kapcsolatáról a hatvány függvény, amely azt mutatja meg, hogy ha a K+F ráfordítás 1%-val nő, akkor ez hány %-kal növeli az agrár GDP nagyságát.

21. táblázat

1 ha mg. területre jutó GDP és a K+F ráfordítás hatvány függvény 2000. évi összesítő adatai

Regressziós statisztika	
r értéke	0,918
r-négyzet	0,842
Korrigált r-négyzet	0,830
Standard hiba	0,372
Megfigyelések	15

A varianciaszámítás eredményei

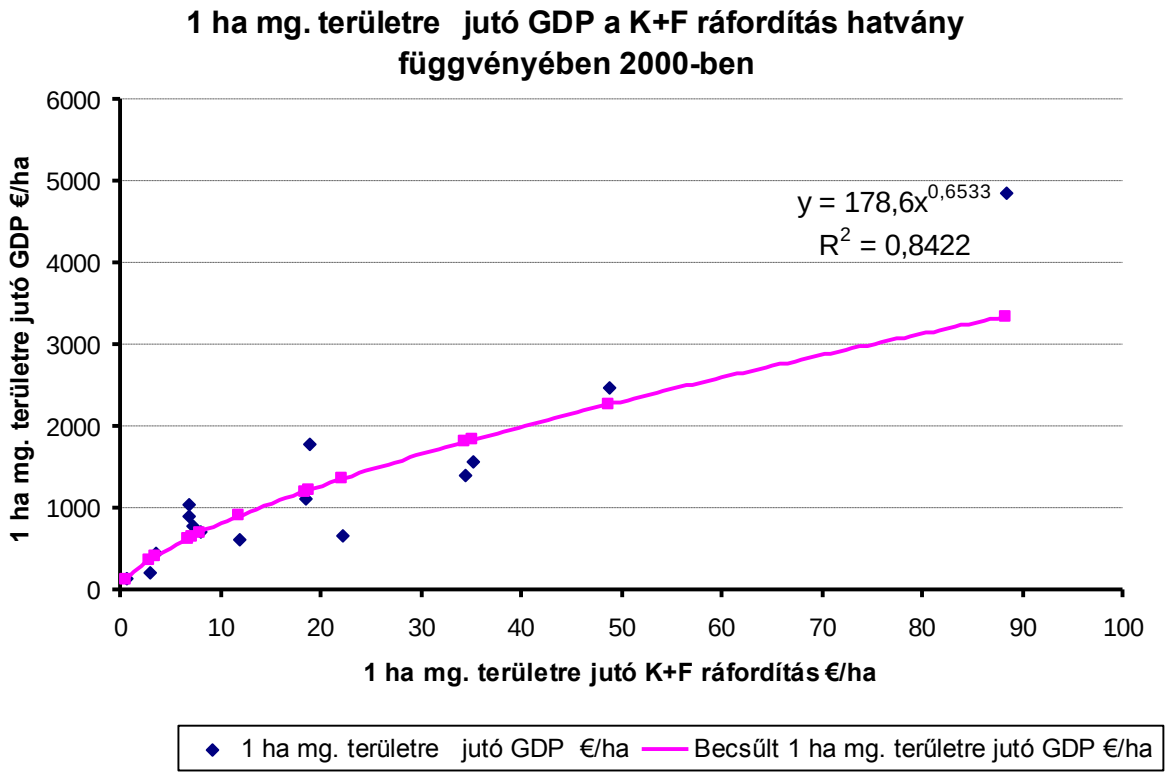
	df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	9,594	9,594	69,403	1,431E-06
Maradék	13	1,797	0,138		
Összesen	14	11,391		43,148	

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet **(ln(a))**	5,185	0,214	24,246	3,307E-12	4,723	5,647
K+F költség 1000€/ha, **b**	0,653	0,078	8,331	1,431E-06	0,484	0,823
a	178,596					

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 178{,}6 \cdot x^{0{,}653}$

$R^2 = 0{,}84$



24. ábra. 1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás hatvány függvényében 2000-ben

22. táblázat
A hatvány függvény 2007. évi összesítő adatai

Regressziós statisztika	
R értéke	0,782
r-négyzet	0,611
Korrigált r-négyzet	0,595
Standard hiba	0,543
Megfigyelések	26

A varianciaszámítás eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	11,121	11,121	37,666	2,4E-06
Maradék	24	7,086	0,295		
Összesen	25	18,208		119,887	

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet **(ln(a))**	5,307	0,273	19,435	3,4E-16	4,744	5,871
K+F költség 1000€/ha, **b**	0,638	0,104	6,137	2,4E-06	0,424	0,853
a	201,838					

Forrás: Saját számítási

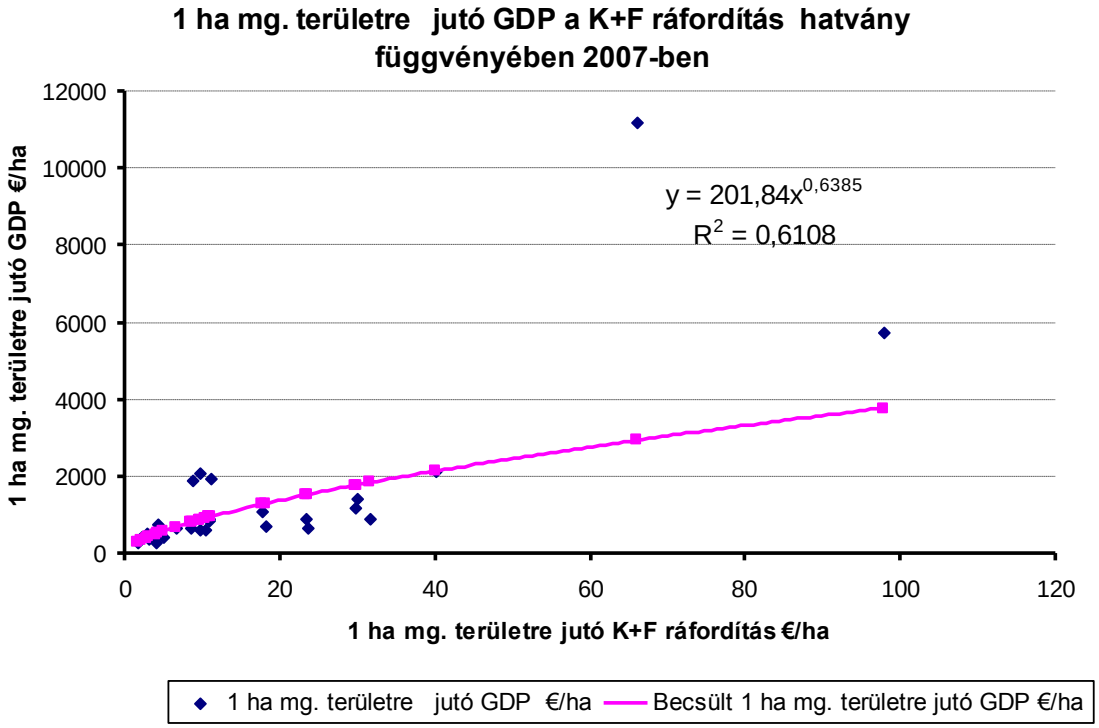
A kapott függvény: $\hat{y} = 201{,}8 \cdot x^{0{,}638}$

$R^2 = 0{,}61$

A százalékos változást mutató függvények azonban arra utalnak, hogy a két tényező közötti kapcsolat degresszív jellegű:

1% K+F növekedésre 2000-ben 0,653%, 2007-ben 0,638%-os agrár GDP növekedés jut. Ennek ellenére elvitathatatlan az K+F tevékenység hasznossága, hiszen az abszolút értékek így is jelentősek.

Magyarország átlagadataira számolva a %-os növekedések mögött az alábbi abszolút értéket kapjuk: 2000-ban a K+F ráfordítás 1%-os növekedése 0,03 €, a hozzátartozó GDP növekedés 4,41 €. 2007-ben ezek a számok 0,05 € és 4,95 €, tehát egyértelműen igazolható a K+F tevékenység intenzitásának fontossága.



25. ábra. 1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás hatvány függvényében 2007-ben

Az egy hektárra jutó K+F ráfordítás és az 1 ha-ra jutó GDP teljesítmény közötti kapcsolatot leíró különböző szintű paraméterek összefoglaló (és összehasonlítása) adatai:

23. táblázat
A függvények összefoglaló táblázata

2000	*Koefficiensek*		*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	$V\sigma_e$
Lineáris fv.	a	243,84	1,85	124,79	0,91	30,03%
	b	48,00	11,17			
	a	457,66	31,26	23,83	0,65	60,01%
Exponenciális fv.	b	1,03	4,88			
Hatvány fv.	a	178,60	24,25	69,40	0,84	43,15%
	b	0,65	8,33			

2007	*Koefficiensek*		*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	$V\sigma_e$
Lineáris fv.	a	35,06	0,09	33,37	0,63	98,35%
	b	78,98	5,78			
	a	528,50	45,14	40,19	0,63	123,17%
Exponenciális fv.	b	1,03	6,34			
Hatvány fv.	a	201,84	19,44	37,67	0,61	119,89%
	b	0,64	6,14			

Forrás: Saját számítás

Az r-négyzet, az F érték, a t értékek, valamint az illesztés relatív hibája $V\sigma_e$ alapján megállapítható, hogy az *1 ha mezőgazdasági területre jutó GDP [€/ha] (Y_b)* alakulását a K+F ráfordítás *[€/ha]* függvényében a 2000. évben, és 2007. évi adatok alapján is a lineáris függvény írja le legpontosabban. Ennek ellenére az exponenciális és a hatványfüggvények eredményei is hasznos információkat szolgáltatnak. Ezek után vizsgálatokat végeztem arra vonatkozóan, hogy ha a fenti összefüggéseket meghatározó körülmények nem változnak, hogyan alakulhat 10 év múlva Magyarország agrár K+F helyzete önmagában és az EU átlaghoz viszonyítva.

Tételezzük fel, hogy Magyarország az elkövetkező tíz esztendőben különböző intenzitású agrár K+F fejlesztéseket vállal fel (2007. évi 6,53 €/ha-hoz viszonyítva).

Növekedési ütem	*K+F költség €/ha*	*Agrár GDP*	
		€/ha	*Ft/ha*
1%	7,21	604,48	163209
2%	7,96	663,72	179207
3%	8,78	693,42	187223
4%	9,67	798,77	215668
5%	10,64	875,38	236353

Forrás: Saját becslés

272 Ft/€ árfolyammal számolva évi 5%-os agrár K+F költségnövekedés esetén (változatlan áron számolva) **a magyar agrárgazdaság az új kutatási-fejlesztési eredmények alkalmazásával majdnem megduplázhatja az 1ha-ra jutó GDP termelését**, vagyis ennyivel javíthatja a

területi termelékenységet (Ebben benne van a kutatás-fejlesztés minden eleme, a talajműveléstől kezdve a termés-betakarítás technológiájának fejlesztéséig bezárva, beleértve az üzem és munkaszervezési eljárások korszerűsítését is).

A 2. hipotézis ellenőrzését többváltozós termelési függvények illesztésével teszteltem.

A hipotézis megfogalmazásakor abból indultam ki, hogy a mezőgazdasági K+F tevékenység intenzitása jelentős szerepet játszik az agrárgazdaság fejlődésében.

A további kutató munkámban azt fogom bizonyítani, hogy a mezőgazdasági GDP alakulásában a kutatás-fejlesztési tevékenység milyen súllyal vesz részt.

Az alaphipotézis függvénye:

Y1: f(M,T,F,Xm),

A számításhoz használt adatok a következők:

Az adatok:
- mezőgazdasági GDP millió €,
- összes mezőgazdasági terület, ezer ha,
- mezőgazdasági munkaerő, ezer fő,
- mezőgazdasági eszközállomány, millió €,
- mezőgazdasági K+F ráfordítás millió €,
- 2000-ben 16 országot találtunk, ahol a számítások elvégzéséhez szükséges minden adat rendelkezésre áll, 2007-ben már 26 ilyen ország van.

Ebben a relációban a statisztikai értékekben vett átlagértékeknek kevésbé van jelentősége, hiszen más ország szerepel a vizsgálatban 2000-ben és 2007-ben. Önmagukban viszont fontos információkat adnak, azt mutatják, hogy az egyes országok elért összes agrár GDP létrehozásában mekkora a mezőgazdasági terület, mezőgazdasági munkaerő, eszközállomány és K+F ráfordítás szerepel a két évben. Ezek ismerete azért fontos információ, mert ettől függ a mezőgazdaság fejlesztésének lehetséges változata, a lehetséges technológiai variációk kiválasztása, vagyis a gazdasági döntések megalapozása.

24. táblázat
A függvényszámításhoz használt 2000. és 2007. évek adatok összefoglaló jellemzői

2000	***Agrár GDP millió €***	***Összes mezőgazdasági terület, 1000 ha***	***Agrár munkaerő 1000 fő***	***Mezőgazdasági eszközállománya, millió €***	***Agrár K+F ráfordítás millió €***
Várható érték	8572,796	7785,709	7139,773	1768,602	131,887
Szórás	10737,644	9169,789	9508,536	2421,701	172,213
Minimum	154,004	137,600	180,600	47,154	1,720
Maximum	33349,604	35205,950	36105,300	8153,290	656,906
Darabszám	16	16	16	16	16

2007	*Agrár GDP millió €*	*Összes mezőgazdasági terület, 1000 ha*	*Agrár munkaerő 1000 fő*	*Mezőgazdasági eszközállománya, millió €*	*Agrár K+F ráfordítás millió €*
Várható érték	6950,722	7185,964	6400,523	1490,381	117,865
Szórás	9797,546	8629,846	8858,878	2322,996	198,369
Minimum	130,750	11,680	155,500	9,114	0,771
Maximum	41682,212	33162,190	37611,500	9913,400	866,990
Darabszám	26	26	26	26	26

Forrás: EUROSTAT adatok és az Excel output alapján saját szerkesztés.

Az adatokkal kapcsolatban a következő megjegyzést teszem:

- A mezőgazdasági termelésben jelentősen, mintegy 7,3%-kal csökkent a mezőgazdasági terület és 10,4%-kal a munkaerő-állomány.
- Jelentősen nőtt az agrár K+F ráfordítások szórása (a relatív szórás 2000-ben 131%, 2007-ben 167%)
- A 2007. évi adatbázisba viszonylag több, kevésbé fejlett ország került. Ezért fordul elő, hogy az eszközállomány minimuma (2000-ben 47,2 millió €, 2007-ben pedig csupán 9,1 millió €,) összességében pedig csökkent az összes eszközállomány. Az 1 ha-ra jutó eszközellátottsági adatok: 2000-ben 227 €/ha, 2007-ben 207 €/ha.

Az adatbázisban jelentkező változások ellenére a termelési függvények a két évre külön-külön kiszámíthatók, s a 2. hipotézisemre vonatkozó ellenőrző számítások elvégezhetők.

A többváltozós vizsgálatoknál szintén 3 féle (lineáris, exponenciális és hatvány, vagyis Cobb-Douglas típusú) függvényt illesztettem az adatokra. Az ilyen típusú számításoknál fontos, hogy olyan egyenlet-típusokat alkalmazzunk, melyekből a végén megoszlási viszonyszámokat tudjunk képezni. Ilyen típusú függvény a lineáris, az exponenciális, illetve a Cobb-Douglas függvények. A mezőgazdaságban – annak sajátos jellege miatt – általában a nem lineáris függvényeknek van nagyobb szerepe, mert a kapcsolatok általában nem lineáris jellegűek. Ennek ellenére a számításokat lineáris összefüggéseket feltételezve is elvégeztem.

25. táblázat

Az ötváltozós lineáris regressziós függvény paraméterei

Regressziós statisztika	
r értéke	0,990
r-négyzet	0,980
Korrigált r-négyzet	0,972
Standard hiba	1783,033
Megfigyelések	16

A varianciaszámítás eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$	*F szignifikanciája*
Regresszió	4	1,69E+09	423620906	133,247		3,07135E-09
Maradék	11	34971265	3179206			
Összesen	15	1,73E+09			18,436	

		Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	a	-559,514	611,889	-0,914	0,380	-1906,274	787,247
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	b_1	0,572	0,072	7,946	7,0E-06	0,413	0,730
Agrár munkaerő 1000 fő	b_2	-0,166	0,232	-0,713	0,490	-0,677	0,346
Mg. eszközállomány, millió €	b_3	3,230	0,466	6,932	2,5E-05	2,204	4,255
Agrár K+F ráfordítás millió €	b_4	1,163	11,390	0,102	0,921	-23,906	26,232

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = -559{,}514 + 0{,}572x_1 - 0{,}166x_2 + 3{,}230x_3 + 1{,}163x_4$

$R^2 = 0{,}98$

A kapott eredményekből látható, hogy a mezőgazdasági munkaerő kivételével minden termelési tényezőnek pozitív szerepe van a mezőgazdasági GDP alakulásában. Ez azonban csak első látásra tűnik érthetetlennek, mert arra utal, hogy a sok munkaerő mögött extenzívebb jellegű gazdálkodás folyik. Mindenesetre a totális korrelációs koefficiens nagyon erős kapcsolatot jelez. Az is igaz, hogy viszonylag magas az „a" tengelymetszeti érték, amely nehezíti az egyes tényezők konkrét szerepének megítélését. (A későbbiek során konkrétan bemutatom az egyes tényezők súlyát is.)

Az ötváltozós lineáris függvény 2007. évi adatai hasonló képet mutatnak.

26. táblázat

A többváltozós lineáris függvény adatai 2007-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,981
r-négyzet	0,961
Korrigált r-négyzet	0,954
Standard hiba	2097,804
Megfigyelések	26

A varianciaszámítás eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$	*F szignifikanciája*
Regresszió	4	2,307E+09	5,77E+08	131,078		1,562E-14
Maradék	21	92416371	4400780			
Összesen	25	2,4E+09			28,232	

	Koefficiensek		*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	a	-182,641	544,158	-0,336	0,740	-1314,281	948,998
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	B_1	0,544	0,088	6,164	0,000	0,360	0,727
Agrár munkaerő 1000 fő	B_2	-0,165	0,123	-1,338	0,195	-0,420	0,091
Mg. eszközállomány, millió €	B_3	1,863	0,960	1,941	0,066	-0,133	3,859
Agrár K+F ráfordítás, millió €	B_4	12,760	9,372	1,361	0,188	-6,731	32,250

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = -182{,}641 + 0{,}5449x_1 - 0{,}165x_2 + 1{,}863x_3 + 12{,}76x_4$

$R^2 = 0{,}96$

Az illesztés relatív hibája $\mathbf{V\sigma_e}$= 28,232 %

Ebben az esetben is a mezőgazdasági munkaerő „lóg” ki a sorból, aminek okát már a korábbiakban említettem.

Az exponenciális függvény adatai kissé lazább összefüggést mutatnak 2000-ben és 2007-ben is. A számítási eredmények:

27. táblázat

Az ötváltozós exponenciális függvényszámítás eredményei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,837
r-négyzet	0,700
Korrigált r-négyzet	0,580
Standard hiba	1,007
Megfigyelések	15

A varianciaszámítás eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$	*F szignifikanciája*
Regresszió	4	23,678	5,919	5,840		0,011
Maradék	10	10,136	1,014			
Összesen	14	33,814			55,188	

	Koefficiensek		*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	ln a	7,047	3,5E-01	20,045	2,1E-09	6,263	7,830
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	ln b_1	7,2E-05	4,1E-05	1,785	0,105	-1,8E-05	1,6E-04
Mezőgazdasági munkaerő 1000 fő	ln b_2	-1,4E-04	1,3E-04	-1,063	0,313	-4,3E-04	1,5E-04
Mg.i eszközállomány, millió €	ln b_3	2,9E-04	2,6E-04	1,115	0,291	-2,9E-04	8,8E-04
Mg-i K+F ráfordítás, millió €	ln b_4	7,8E-03	6,4E-03	1,212	0,253	-0,007	0,022
	a	1149,0652					
	b_1	1,0001					
	b_2	0,9999					
	b_3	1,0003					
	b_4	1,0078					

Forrás: Saját számítás.

A kapott függvény: $\hat{y} = 1049{,}06 \cdot 1{,}0001^{x_1} \cdot 0{,}9999^{x_2} \cdot 1{,}0003^{x_3} \cdot 1{,}0078^{x_4}$

R^2=0,70

$V\sigma_e$= 55,188 %

A függvény paraméterei azt mutatják meg, hogy a termelési tényezők 1 egységgel való növekedése hány %-os növekedést eredményez a mezőgazdasági GDP alakulásában. Az eredmények gyakorlatilag semmi változást nem jeleznek.

A t értékek, illetve az illesztés relatív hibája alapján látható, hogy az exponenciális függvény nem felel meg a 2000. évi agrár GDP alakulásának leírására.

Ugyanezt mutatják az exponenciális függvény 2007. évi adatai is:

Regressziós statisztika	
r értéke	0,777
r-négyzet	0,604
Korrigált r-négyzet	0,528
Standard hiba	1,016
Megfigyelések	26

Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 1159{,}99 \cdot 1{,}000081^{x_1} \cdot 1{,}000025^{x_2} \cdot 1{,}000191^{x_3} \cdot 0{,}99922^{x_4}$

R^2=0,60

$V\sigma_e$= 128,261 %

Túl nagy az illesztés hibája, ezért a paraméterek nem alkalmasak prognózisok készítésére, illetve szakmai következtetések levonására. Említettem, hogy a mezőgazdaságban általában a C-D típusú termelési függvények használata lehet az eredményesebb. Nos ezt jól igazolják az alábbi számítások is:

28. táblázat
A Cobb-Douglas típusú függvény 2000. évi paraméterei

Regressziós statisztika	
r értéke	0,985
r-négyzet	0,971
Korrigált r-négyzet	0,959
Standard hiba	0,313
Megfigyelések	15

A varianciaanalízis eredményei

	df	***SS***	***MS***	***F***	$V\sigma_e$	***F szignifikanciája***
Regresszió	4	32,832	8,208	83,630		1,20627E-07
Maradék	10	0,981	0,098			
Összesen	14	33,814			48,516	

	Koefficiensek		***Standard hiba***	***t-érték***	***p-érték***	***Alsó 95%***	***Felső 95%***
Tengelymetszet	ln a	1,114	0,870	1,281	0,229	-0,824	3,052
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	b_1	0,163	0,117	1,394	0,193	-0,098	0,424
Mezőgazdasági munkaerő 1000 fő	b_2	0,201	0,200	1,004	0,339	-0,245	0,648
Mg.i eszközállomány, millió €	b_3	0,518	0,288	1,795	0,103	-0,125	1,160
Mg.i K+F ráfordítás, millió €	b_4	0,175	0,202	0,867	0,406	-0,275	0,625
	a	3,047					

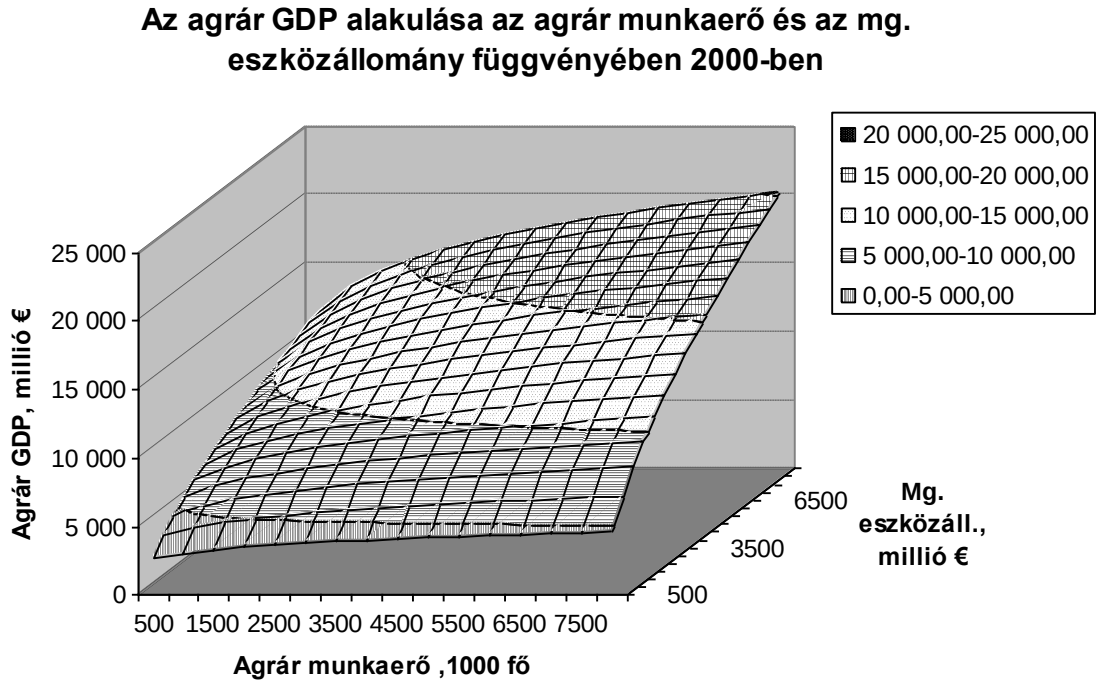
Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 3{,}047 \cdot x_1^{0{,}163} \cdot x_2^{0{,}201} \cdot x_3^{0{,}518} x_4^{0{,}175}$

$R^2 = 0{,}97$

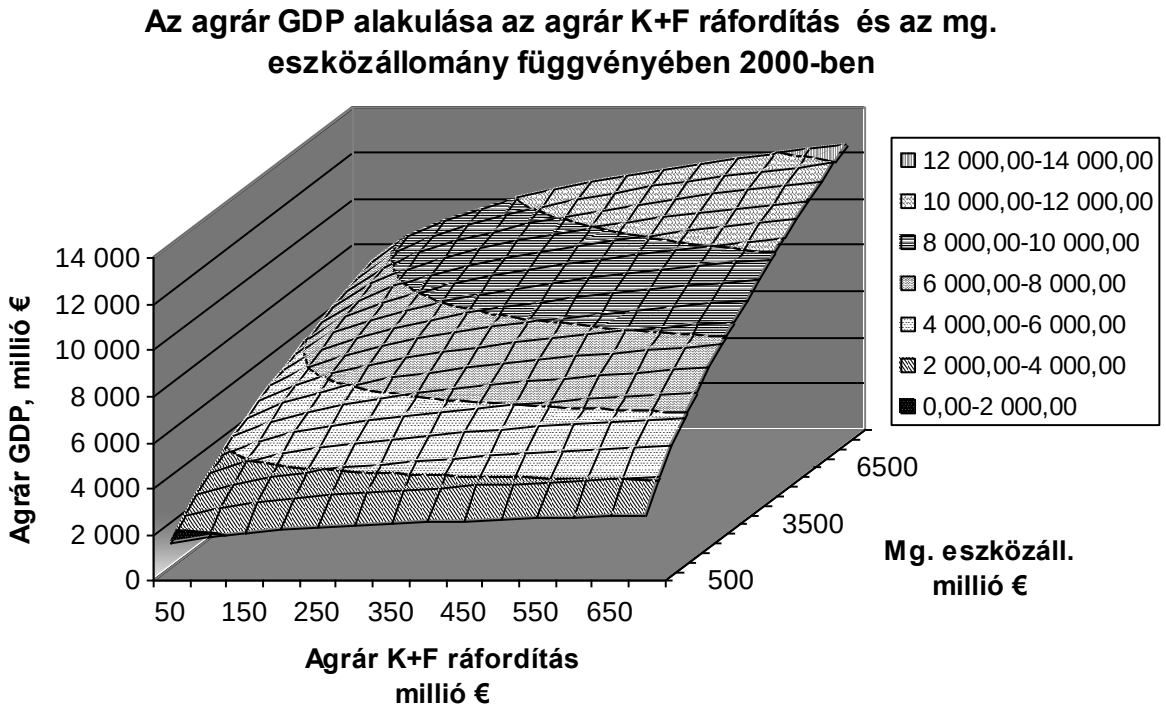
$V\sigma_e$= 48,516 %

Láthatjuk, hogy erős korrelációs együttható mellett minden tényező pozitív kapcsolatban van a mezőgazdasági GDP-vel. Ezt jól szemléltetik a következő ábrák is.



* az agrár K+F ráfordítás és a mezőgazdasági terület átlagértékei mellett

26. ábra. A mezőgazdasági GDP alakulása az agrár munkaerő és a mg.-i eszközállomány függvényében 2000-ben



* az agrár munkaerő és a mezőgazdasági terület átlagértékei mellett

27. ábra. A mg-i GDP alakulása az agrár K+F ráfordítás és a mg.-i eszközállomány függvényében 2000-ben

29. táblázat

A Cobb-Douglas típusú függvény 2007. évi eredményei

Regressziós statisztika	
r értéke	0,974
r-négyzet	0,949
Korrigált r-négyzet	0,940
Standard hiba	0,363
Megfigyelések	26

A varianciaszámítás eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	$V\sigma_e$	*F szignifikanciája*
Regresszió	4	51,874	12,969	98,452		2,7E-13
Maradék	21	2,766	0,132			
Összesen	25	54,640			53,463	

	Koefficiensek		*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	Ln a	1,556	0,726	2,144	0,044	0,047	3,066
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	B_1	0,031	0,093	0,339	0,738	-0,161	0,224
Agrár munkaerő 1000 fő	B_2	0,525	0,158	3,329	0,003	0,197	0,852
Mg. eszközállomány, millió €	B_3	0,198	0,177	1,118	0,276	-0,170	0,566
Agrár K+F ráfordítás, millió €	B_4	0,210	0,150	1,399	0,177	-0,102	0,522
	A	4,741					

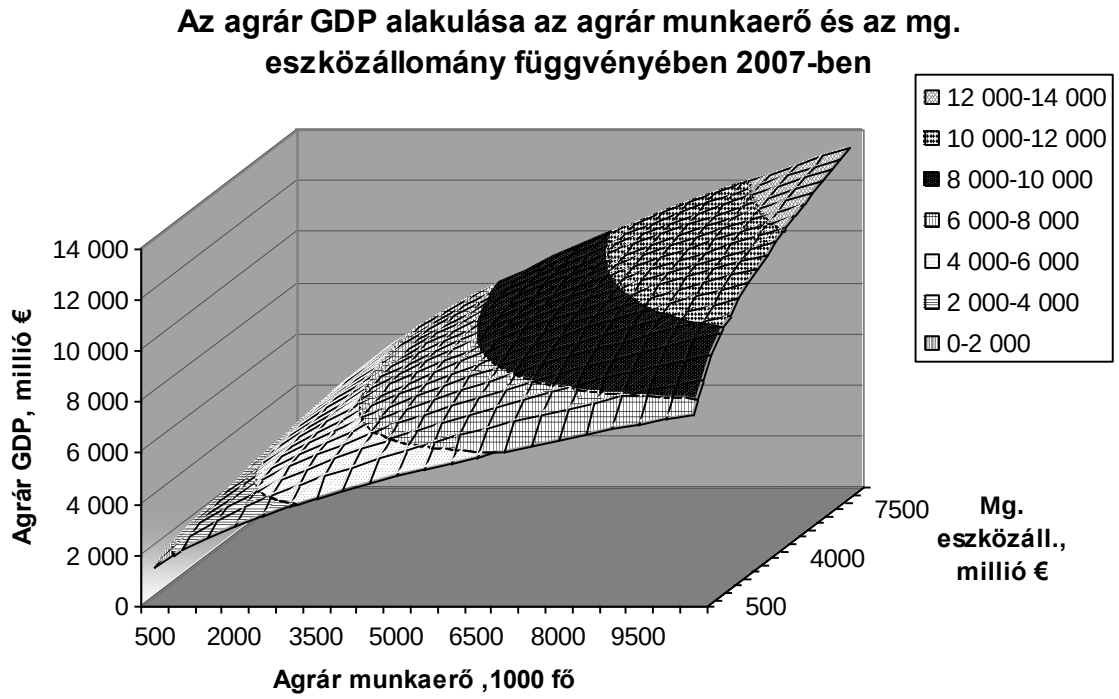
Forrás: Saját számítás

A kapott függvény: $\hat{y} = 4{,}741 \cdot x_1^{0{,}031} \cdot x_2^{0{,}525} \cdot x_3^{0{,}198} x_4^{0{,}210}$

$R^2 = 0{,}95$

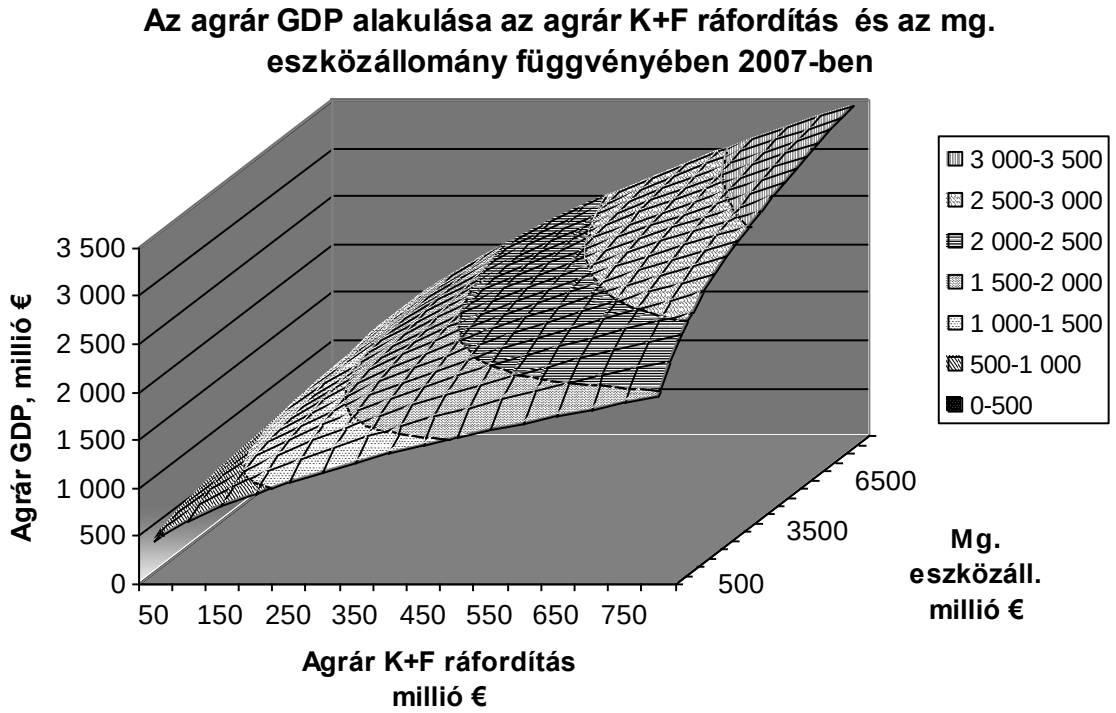
$V\sigma_e = 53{,}463\%$

A kapcsolat szorossága és az illesztési hibája 2007-ben és hasonló, de egy-két tényező GDP-képződésében betöltött szerepe lényegesen megváltozott.



* az agrár K+F ráfordítás és a mezőgazdasági terület átlagértékei mellett

28. ábra. A mg-i GDP alakulása az agrár munkaerő és a mg. eszközállomány függvényében 2007-ben



* az agrár munkaerő és a mezőgazdasági terület átlagértékei mellett

29. ábra. A mg.-i GDP alakulása a mg.-i K+F ráfordítás és a mg.-i eszközállomány függvényében 2007-ben

Ezen számítások után bemutatom, hogy az egyes termelési tényezők a különböző típusú összefüggések esetén hogyan járultak hozzá a mezőgazdasági GDP alakulásához.

30. táblázat
Az egyes tényezők (független változók) %-os hatása az agrár GDP értékére

1. LINEÁRIS FÜGGVÉNY 2000

MEGNEVEZÉS	*Koefficiensek*	*Átlagok*	*Számított érték*		*%*	
	1	2	3 = 1*2	*4*	5	6
			A	b	a	B
Tengelymetszet*	-559,51		-560		-6,53	
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	0,57	7 786	4 450	4 450	51,91	48,73
Mg.-i munkaerő, 1000 fő	-0,17	7 140	-1 183	-1 183	-13,81	-12,96
Mg.-i eszközállomány, millió €	3,23	1 769	5 712	5 712	66,63	62,55
A mg.-i K+F ráfordítás millió €	1,16	132	153	153	1,79	1,68
Mg.- GDP millió €		**8 573**	8 573	9 132	100	100

2. LINEÁRIS FÜGGVÉNY 2007

MEGNEVEZÉS	*Koefficiensek*	*Átlagok*	*Számított érték*		*%*	
	1	2	3 = 1*2	*4*	5	6
			A	b	a	B
Tengelymetszet*	-182,64		-183		-2,63	
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	0,54	7 186	3 906	3 906	56,20	54,76
Mg.-i munkaerő, 1000 fő	-0,16	6 401	-1 053	-1 053	-15,16	-14,77
Mg.-i eszközállomány, millió €	1,86	1 490	2 777	2 777	39,95	38,93
Mg.-i K+F ráfordítás millió €	12,76	118	1 504	1 504	21,64	21,08
Mg-i GDP millió €		**6 951**	6 951	7 133	100	100

3. COBB-DOUGLAS TIPUSÚ FÜGGVÉNY 2000

MEGNEVEZÉS	*Koefficiensek*	*Átlagok logaritmusa*	*Számított érték*		*%*	
	1	2	3 = 1*2	*4*	5	6
			A	b	a	b
Tengelymetszet*	3,047		3,05		27,65	
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	0,163	8,960	1,46	1,46	13,28	18,36
Mg.-i munkaerő, 1000 fő	0,201	8,873	1,79	1,79	16,20	22,39
Mg.-i eszközállomány, millió €	0,518	7,478	3,87	3,87	35,12	48,54
Mg.-i K+F ráfordítás millió €	0,175	4,882	0,85	0,85	7,75	10,71
Mg.-i GDP millió €		9,056	11,02	7,97	100	100

4. COBB-DOUGLAS TIPUSÚ FÜGGVÉNY 2007

MEGNEVEZÉS	*Koefficiensek*	*Átlagok logaritmusa*	*Számított érték*		*%*	
	1	2	3 = 1*2	*4*	5	6
			A	b	a	b
Tengelymetszet*	4,741		4,74		39,29	
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	0,031	8,880	0,28	0,28	2,32	3,82
Mg.-i munkaerő, 1000 fő	0,525	8,764	4,60	4,60	38,10	62,76
Mg.-i eszközállomány, millió €	0,198	7,307	1,45	1,45	11,99	19,75
Mg.-i K+F ráfordítás millió €	0,210	4,770	1,00	1,00	8,30	13,67
M.-i GDP millió €		8,847	12,06	7,32	100	100

* Egyéb, a független változóként figyelembe nem vett tényezők hatása.
Számított érték „a”= Az egyéb tényezők hatását is figyelembe vettük.
Számított érték „b”= Az egyéb tényezők hatását nem vettük figyelembe, a tengelymetszet = 0
Forrás: A számítási eredmények alapján saját szerkesztés

Ezen paraméterek felhasználásával kiszámítottam, hogy milyen arányban járultak hozzá az egyes tényezők a mezőgazdasági GDP értékéhez.

31. táblázat
Az egyes tényezők %-os hatása

Százalék

Változat a függvény sorszáma	A			
	1	2	3	4
A függvény típusa és az alapadatok éve	*Lineáris függvény 2000*	*Lineáris függvény 2007*	*Cobb-Douglas típusú függvény 2000*	*Cobb-Douglas típusú függvény 2007*
Tengelymetszet*	-6,53	-2,63	27,65	39,29
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	51,91	56,20	13,28	2,32
Mg.-i munkaerő, 1000 fő	-13,81	-15,16	16,20	38,10
Mg eszközállomány, millió €	66,63	39,95	35,12	11,99
Mg.-i K+F ráfordítás millió €	1,79	21,64	7,75	8,30
Mg.-i GDP millió €	100,00	100,00	100,00	100,00

Változat a függvény sorszáma	B			
	1	2	3	4
A függvény típusa és az alapadatok éve	*Lineáris függvény 2000*	*Lineáris függvény 2007*	*Cobb-Douglas típusú függvény 2000*	*Cobb-Douglas típusú függvény 2007*
Tengelymetszet*				
Összes mezőgazdasági terület,1000 ha	48,73	54,76	18,36	3,82
Mg.-i munkaerő, 1000 fő	-12,96	-14,77	22,39	62,76
Mg eszközállomány, millió €	62,55	38,93	48,54	19,75
Mg.-i K+F ráfordítás millió €	1,68	21,08	10,71	13,67
Mg.-i GDP millió €	100,00	100,00	100,00	100,00

Forrás: Saját számítás

Az adatokkal kapcsolatban a következő megállapításokat teszem:

- Közgazdaságilag reálisak a C-D típusú függvények, számítási eredményei értékelhetőek.
- 2000-ben a mezőgazdasági eszközállomány, 2007-ben pedig a mezőgazdasági munkaerő játszott nagyobb szerepet az agrár GDP előállításában. Ebben főleg annak hatása érződik, hogy közben jelentősen javult az élőmunka technikai fejlettsége.
- A mezőgazdasági K+F szerepe 2000-ben 11%, 2007-ben 14% körüli, tehát a fejlesztési törekvések lényegesek az agrárgazdaság fejlődése szempontjából

Ezzel a 2. hipotézisemet igazoltnak látom, vagyis az agrár K+F ráfordítások szignifikáns, és súlyarányt tekintve komoly mértékben vesz részt a bruttó mezőgazdasági termék előállításában.

A 3. kutatási hipotézisem tesztelése

Kutatómunkám megkezdésekor azt feltételeztem, hogy a mezőgazdasági biotechnológiai kutatásoknak kiemelt szerepe van az agrárgazdaság fejlődésében.

Wikipédia Lexikon /http.//hu.wikipedia.org/wiki/ megfogalmazása szerint a „Biotechnológia élő szervezetek és azok termékeinek ember általi felhasználása meghatározott célok elérésére. A felhasználási cél lehet humán- vagy állategészségügyi, illetve ipari. Az ezen alapuló iparág, a rekombináns DNS technika megjelenésétől datálódik, az 1970-es évek végétől. Az ipar pontos születési dátuma 1983-ra tehető, humán inzulint rekombináns DNS technikával, baktériumok felhasználásával előállító Genentech megalakulása, tőzsdére vonulásának időpontjára. A kifejezés, valamint az első definíció megalkotása a magyar Ereky Károly nevéhez fűződik. A *biotechnológia* (német: *Biotechnologie*) kifejezést egy 1918-ban tartott előadásában használta először, valamint az első publikáció is az ő nevéhez fűződik. Ennek megfelelően világszerte Ereky Károlyt tekintik a biotechnológia atyjának.”

A biotechnológia forradalmát az utóbbi négy évtizedben emlegetik és valóban, azóta tömegméretűvé vált alkalmazása a laboratóriumokban és az iparban. A mikroorganizmusokkal való fermentációs munka az élelmiszeripar számos ágában, a gyógyszeripar egyes – igen fontos – területein és a vegyipar bizonyos ágaiban is alapvető technológiai folyamattá vált. Ugyanakkor az iskolai tankönyvek még mindig mostohán kezelik, sőt nem is tárgyalják e tudományt, pedig ma már megállapítható, hogy az alapvető kémiai, fizikai, biológiai ismeretek mellett a 21. század új önálló tudományágának tekinthetjük. Mindezek miatt a hétköznapi ember egyre értetlenebbül áll a különböző biotechnológiai folyamatok és termékek előtt. Pedig a biotechnológia nem új, az alkoholos erjesztést (sör és borgyártás), a kenyér kelesztését, az aludttej előállítását, a pálinkaerjesztést, a szalámi vagy sajtok penészedését már ősidők óta alkalmazzák és ismerik. A fermentációs biotechnológia tudományos hátterét először az antibiotikumok termelése teremtette meg. Létrejött a fermentációs ipar, és kb. az 1960-as évektől magas színvonalúvá fejlődve már

géntechnológiai termékeket is előállít. A géntechnológia természetesen nem azonos a biotechnológiával – ez előzőekből jól látható –, csak annak egy fontos ága, szelete. A biotechnológia a mikrobiológia, genetika, növénytermesztés, élelmiszeripar és biokémia integrálása annak céljából, hogy a mikroszervezeteket ipari célra hasznosítsák.

Dimény Julianna szerint a világ gazdasági elemzői a biotechnológiát tartják az egyik leggyorsabban fejlődő ágazatnak. Az Európai Unió minden tagállamát arra serkenti, hogy fordítson fokozott figyelmet és költsön minél többet az ilyen jellegű kutatások finanszírozására. Az Európai Unió 2007-13-as periódusra szóló kutatás-fejlesztési keretprogramja külön fejezetben foglalkozik a biotechnológiával. Annak szellemében születtek a hazai elképzelések is. A biotechnológia reális kitörési pont lehet a magyar gazdaságnak. (Dimény J., 2008)

Az Unió 6. tudományfejlesztésről, kutatások támogatásáról szóló keretprogramja kiemelten foglalkozik a biotechnológia fejlesztésével. Ennek keretében a genomikai és biotechnológiai alkalmazott kutatásokra közel hatszáz millió eurós támogatást szán. Külön program (NATIBS) támogatja a fiatal, a fejlődés korai szakaszában lévő biotechnológiai cégek finanszírozását. A program hat ország (Franciaország, Németország, Észtország, Spanyolország, Izrael és Svédország) hét biotechnológiai inkubátorát kapcsolja össze egy hálózattá.

A szakértő szerint a hazai előrelépésben a minisztérium szerepe egyrészt a biotechnológia különböző szegmenseiben működő vállalkozások együttműködésének serkentése, a kutatások és fejlesztések 2. Nemzeti Fejlesztési Terv keretén belül történő pályázati finanszírozása, valamint inkubátorok, minősített ipari parkok létrehozása. Ezeken túl a biotechnológiai vállalkozások létrehozásának és működésének, illetve az európai programokhoz való kapcsolódásban való segítése. Szükséges ezen kívül a háttérszolgáltatások és szabályozások megteremtése is. A távolabbi cél az volna, hogy egységes, folyamatosan összedolgozó európai iparág jöjjön létre.

- Dr. Szarka Ernő: Mezőgazdasági biotechnológia a XXI. Században /http://www.hpo.hu/English/kiadv/ipsz/200010/szarka.htm/ c. tanulmányában arra mutat rá, hogy a világnak szorosabban oda kell figyelnie a mezőgazdasági biotechnológia termékeire az élelmiszerek biztonságát és a környezet állapotát illetően. A gond elsősorban abból adódik, hogy a genetikailag módosított növények meglepően gyorsan létrejöttek és nagy ütemben terjesztették el őket, hiszen terméseredményeik kiválóak és képesek növekedni olyan körülmények között is, amelyek között a módosítatlan növények nem.

A genetikailag módosított növények megalkotói úgy vélték, hogy jót tesznek az emberiségnek (és jót is tesznek), de nem mérték fel azt, hogy mit kellene tenniük annak érdekében, hogy a közvélemény is elfogadja ezeket. Talán megtéveszthette őket az, hogy az USA-ban jelentős üzleti haszonnal, jó terméseredményekkel és bármiféle környezeti és egészségügyi kár nélkül már jó évtizede folyik a genetikailag módosított (GM) növények termesztése.

Szarka E. szerint: „A mezőgazdasági innováció erős iramot diktál annak ellenére, hogy számos bizonytalanság akadályozza. A mérnöki munka a növények fejlesztésében az alábbi fő utakra koncentrál.

- Tűrés herbicidekre, továbbá ellenállás betegségekre és rovarokra; a herbicidre való tűrés jelenleg a legfelkapottabb téma, a szántóföldi kísérletek 40%-a ezekre vonatkozik.
- Minőségjavítás (például fehérjetartalom-növekedés, kedvezőbb zsírsav-összetételű növényi olajok, késleltetett érés).
- Használható gyógyhatású élelmiszerek (nutraceuticals) kialakítása, amelyeket a XXI. század élelmiszereinek tekintenek. Csak egyetlen példa: izoflavonokban és ösztrogénszerű vegyületekben dús élelmiszerek fogyasztása csökkenti a rák kockázatát.
- Igazodás a környezeti feltételekhez, például szárazsághoz és hideg éghajlathoz.” (Szarka, 2000)

A mezőgazdasági biotechnológiai innovációk híveinek jelentős érvrendszere van, amely legalább annyira meggyőző, mint az ellenzők érvrendszere. A GM növényeknek jelentős előnye mind a rovarrezisztencia, mind a javuló kitermelés. A mezőgazdasági biotechnológia problémáit világosan foglalta össze Bedő Zoltán: Géntechnológia a növénynemesítés eszköztárában, (Magyar Tudomány, 2007/04 418.o.) c. tanulmányában. „A növénynemesítés ötezer éves történelmében nem történt olyan hatalmas módszertani változás, mint az elmúlt húsz év során, amikor létrejött a molekuláris növénynemesítés, és azon belül is a növényi géntechnológia. Viszonylag rövid idő alatt az ezredfordulón már minden harmadik hektár szója, minden hetedik hektár gyapot, minden kilencedik hektár repce, valamint közel hasonló arányban a kukorica genetikailag módosított növény volt, ami termesztésbe került a világon (James, 2000) Jelenleg világszerte mintegy százmillió hektárra tehető ki. Amennyiben az ötvenes évek fajtáihoz, termelési módszereihez térnénk vissza az akkor mért 0,8 t/ha termeléssel, úgy közel 2 millió hektárra volna szükség. Ez azt jelentené, jelentősen növelni kéne a mezőgazdaságilag művelt területet, lemondhatnánk a környezetileg érzékeny marginális földterületek ökológiai egyensúlyának megóvásáról, az erdősítésről, a vadon élő állatok természetes életterének biztosításáról ..stb.” (Bedő, 2007)

A növénynemesítő jövőbeni célkitűzéseit csak akkor válthatja valóra, ha a tudásalapú mezőgazdasági termelésre alkalmas genotípusokat hoz létre. A jövőbeni molekuláris genetikai és nemesítési módszerek felhasználásával létrehozott növényfajtákkal helyettesítenék a környezetre és az emberi egészségre potenciálisan veszélyt jelentő technológiákat.

A szakirodalmi adatok jól bizonyítják, hogy a mezőgazdasági kutatás-fejlesztési tevékenység egyik kiemelt területe a biotechnológia. Ennek hatására megváltoznak az egyes országok versenyesélyei, illetve a földhasználat módja, az egyes területek termelékenysége és eltartó képessége.

A továbbiakban – a 3. hipotézisemnek megfelelően megvizsgálom, hogy az EU országok viszonylatában a biotechnológia alkalmazása hogyan hat a mezőgazdaság teljesítő képességére.

Sajnos a mezőgazdasági biotechnológiai ráfordításokra nincsenek közvetlen adatok, ezért azokra a számítások során nem tudtam támaszkodni. Meg tudtam viszont becsülni a mezőgazdasági biotechnológiai patentek számát. Ezek 1 ha-ra jutó száma is a mezőgazdasági GDP között kerestem összefüggést, pontosabban kiszámítottam a két tényező kapcsolatát leíró regressziós egyenletet.

A korábbiakban hasonlóan három függvénytípust számoltam ki, a lineáris, az exponenciális és hatványfüggvényeket. A becslőfüggvények illesztését képező alapadatokkal kapcsolatban a következő megjegyzést teszem:

a) EU országok átlagában 2000-ben 1 ha mezőgazdasági területre 20 patentnyi megtestesült K+F szabadalom jutott. Ezt a helyzetet nagy változatosság jellemezte. Volt ország, ahol csak 3 ha területre jutott egy patent (Litvánia), volt, ahol közel 100 (Hollandia) 2007-ben a patentek számával mért K+F alkalmazás intenzitása csökkent, s az egyes országok között jelentős átrendeződés következett be.

b) Magyarország a kevés patentet hasznosító országok közé tartozik, viszont kedvezőnek ítélhető a tendencia: 2000-ben mintegy 1,6 patent jutott 1 ha-ra, 2007-ben viszont már 5,4, tehát viszonylag dinamikus változás következett be. Mindez reményt keltő, mert a későbbiek során látjuk, hogy a K+F eredmények patentekben való megtestesítése és gyakorlati alkalmazása jelentősen befolyásolja a mezőgazdasági GDP alakulását.

32. táblázat

A mezőgazdasági biotechnológiai patentek és a mezőgazdaság GDP alakulásának összefoglaló adatai

	1 ha mg. területre jutó biotechnológiai patentek száma, 1000 db/ha	***1 ha mg. területre jutó GDP €/ha***
	2000	
Várható érték	19,737	1225,986
Standard hiba	7,030	249,831
Szórás	30,645	1088,988
Minimum	0,314	139,759
Maximum	99,932	4852,860
Darabszám	19	19

	1 ha mg. területre jutó biotechnológiai patentek száma, 1000 db/ha	***1 ha mg. területre jutó GDP €/ha***
	2007	
Várható érték	17,067	1485,61
Standard hiba	5,702	426,34
Szórás	29,630	2215,33
Minimum	0,065	266,82
Maximum	106,369	11194,32
Darabszám	27	27

Forrás: Saját számítás

Az egy ha mezőgazdasági területre jutó biotechnológiai patentek száma és a mezőgazdasági GDP között először a lineáris kapcsolatot számoltam ki. A kapott fontosabb paramétereket a 33. táblázatban foglaltam össze:

33. táblázat

A biotechnológiai fejlesztések hatását jelző lineáris regressziós egyenes paraméterei 2000-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,783
r-négyzet	0,613
Korrigált r-négyzet	0,590
Standard hiba	697,335
Megfigyelések	19

A varianciaanalízis eredményei

	df	*SS*	*MS*	*F*	*F szignifikanciája*
Regresszió	1	13079430	13079430	26,897	7,4E-05
Maradék	17	8266694	486276,1		
Összesen	18	21346124		56,880	

	Koefficiensek	*Standard hiba*	*t-érték*	*p-érték*	*Alsó 95%*	*Felső 95%*
Tengelymetszet	676,981	191,832	3,529	0,003	272,252	1081,711
BIO/HA	27,816	5,363	5,186	7,4E-05	16,500	39,132

Forrás: Saját számítás

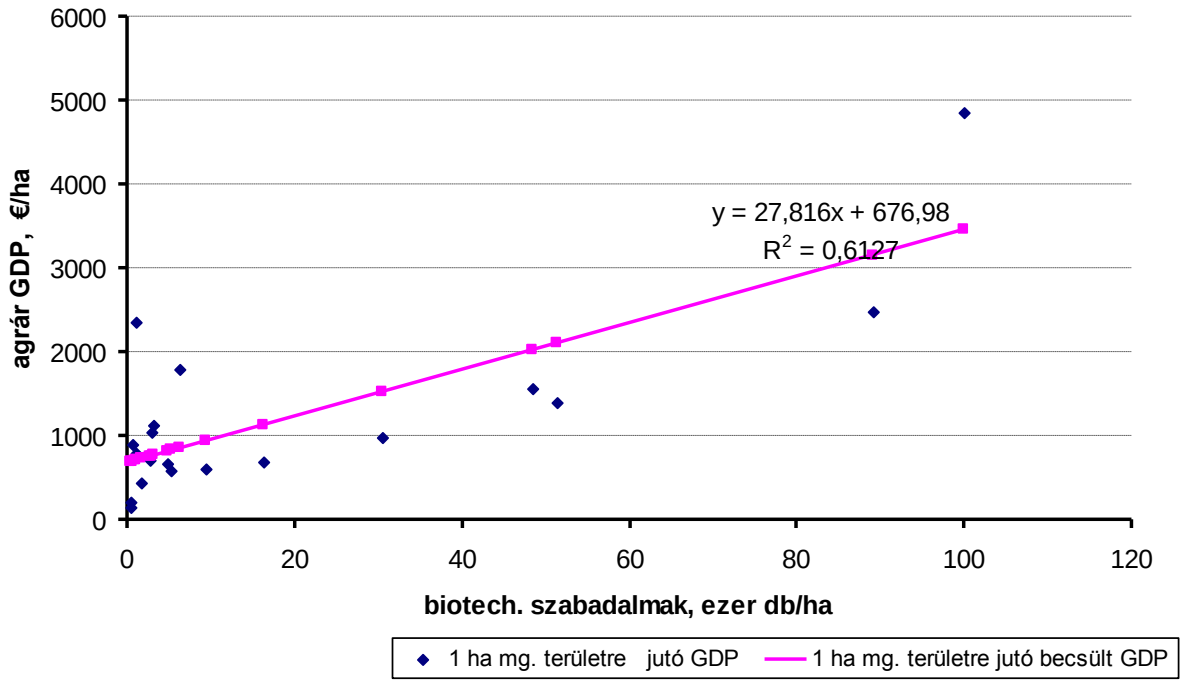
$$\hat{y} = 676{,}98 + 27{,}8x$$

$$R^2 = 0{,}61$$

ahol: y = 1 ha-ra jutó mezőgazdasági GDP, €/ha
x = 1 ha-ra jutó mezőgazdasági biotechnológiai patentek száma, db.

Az adatok szerint 19 EU tagország viszonylatában viszonylag erős korrelációs együttható (r=0,783) mellett, amennyiben 1 db-bal nő az 1 ha-ra jutó szabadalmak száma, úgy az 1 ha-ra jutó mezőgazdasági GDP értéke 27,8 €-val, azaz mintegy 8000 Ft-tal nő.

Ez Magyarország esetében azt jelenti, hogy amennyiben 2000-ben az EU átlagnak megfelelő K+F biotechnológiai patentet tudtunk volna csatasorba állítani, úgy az 1 ha-ra jutó GDP érték mintegy 50%-kal lett volna több.



30. ábra. Az 1 ha mg. területre jutó agrár GDP és az 1 ha mg. területre jutó biotechnikai patentek számának lineáris kapcsolata 2000-ben

2007-ben nagyjából hasonló képet kapunk. Az összefoglaló értékeket mutatják a 34. táblázat adatai.

34. táblázat

A regresszió számítás eredményei 2007-ben

Regressziós statisztika	
r értéke	0,732
r-négyzet	0,536
Korrigált r-négyzet	0,518
Standard hiba	1538,707
Megfigyelések	27

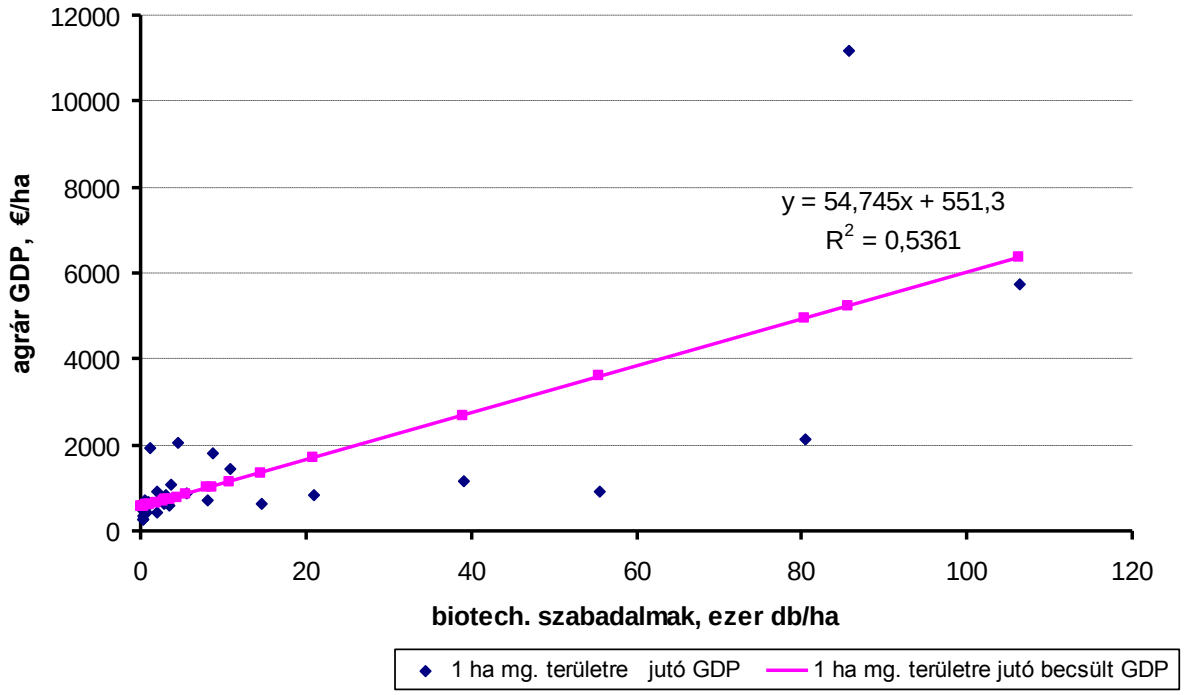
A varianciaanalízis eredményei

	df	***SS***	***MS***	***F***	***F szignifikanciája***
Regresszió	1	6,8E+07	6,8E+07	28,894	1,4E-05
Maradék	25	5,9E+07	2,4E+06		
Összesen	26	1,3E+08		103,574	

	Koefficiensek	***Standard Hiba***	***t-érték***	***p-érték***	***Alsó 95%***	***Felső 95%***
Tengelymetszet	551,303	343,368	1,606	0,121	-155,875	1258,482
BIO/HA	54,745	10,185	5,375	1,4E-05	33,770	75,721

$$\hat{y} = 551{,}303 + 54{,}745x$$
$$R^2 = 0{,}54$$

Az adatok szerint 2007-ben 1 patentnyi K+F alkalmazás 54,7 €-nyi GDP növekedést eredményez hektáronként, azaz mintegy 15 ezer Ft-ot.



31. ábra. Az 1 ha mg. területre jutó agrár GDP és az 1 ha mg. területre jutó biotechnikai patentek számának lineáris kapcsolata 2007-ben

Az exponenciális és hatványfüggvények esetében a kapcsolat szorossága lazább, ezért ezekkel külön-külön most nem foglalkozom. Elég azt a következtetést levonni, hogy a mezőgazdasági biotechnológiai patentek száma és a mezőgazdasági GDP között lineáris egyenletekkel leírható erős összefüggés van, s az összefüggés jellege a vizsgált nyolc év távlatában lényegesen nem változott. Zárógondolatként megemlítem, hogy a kutatási eredményeket alkalmazó országok között a differenciálódás jelentősen nőhet, de a nivellálódás esélye is megvan, ha a kevésbé fejlett országok kiemelt erőfeszítéseket tesznek a biotechnológiai eredmények hasznosítására.

5. ÚJ, VAGY ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Korszerű matematikai-statisztikai módszerek segítségével kimutattam, hogy az EU tagországaiban 2000-ben és 2008-ban is

- az 1 főre jutó K+F kiadások növekedésével – nagyon erős pozitív korreláció mellett – jelentősen nő az 1 főre jutó hazai termék (r-négyzet értéke 2000-ben 0,94, 2007-ben 0,67), az 1 mezőgazdasági munkaerőre jutó agrár K+F kiadás növekedésével határozott agrár GDP növekedés párosul (r-négyzet értéke 2000-ben 0,58, 2007-ben 0,76)
- az 1 ha-ra jutó agrár K+F ráfordítás növekedésével az 1 ha-ra jutó agrár GDP is nő, tehát az agrárgazdaságban a kutatás-fejlesztés intenzitásának növekedése kulcsfontosságú szerepet tölt be. (r-négyzet értéke 0,84, 2007-ben 0,63).

  (Az összefüggések a 2000. év és a 2007. év nemzetközi adataira is igazak, tehát a K+F tevékenység szerepe időben változatlanul erős.)

2. Módosított C-D függvények segítségével kimutattam az agár K+F szerepét az agrár GDP képződésében. A számítások szerint a 2000. év első évtizedében az agrár K+F ráfordítás a folyóáras GDP képződésben 12-14%-os súlyt képvisel.

3. A biotechnológiai kutatások szerepe az elmúlt években felerősödött. Ugyanakkor ez a hatás számszerűen nehezen mutatható ki a termelési függvények segítségével. Ez részben a multikolinearitás problémái miatt van. Ezért külön kétváltozós regresszió-analízist végeztem a biotechnológiai kutatások hatására vonatkozólag.

Az 1 ha-ra jutó biotechnológiai patentek száma és az 1 ha-ra jutó agrár GDP között határozott és erős korrelációs kapcsolat van, tehát a biotechnológia szerepe az agrárgazdaság növekedésében nem hanyagolható el. A regressziós paraméterek szerint, ha 1-gyel nő az 1 ha-ra jutó patentek száma, az 1 ha-ra jutó mezőgazdasági GDP 2000-ben 27,80 €/ha-ral, 2007-ben pedig 54,75 €/ha-ral nő.

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A kutatás-fejlesztési tevékenység hatékonyságának mérése iránt világszerte egyre nagyobb az igény. A kutatási-fejlesztési eredményeket gyorsabban bevezető vállalkozások növelni tudják versenyelőnyüket, ezáltal extrajövedelemre tehetnek szert. A kormányzati politikák ezért a fejlettebb országokban kiemelt jelentőséget tulajdonítanak a K+F tevékenységük intenzitásának fokozására.

Mivel szinte minden primer kutatási eredmény számszerűsíthető, ezért a statisztikai eszközök által remekül vizsgálhatóak, mérhetőek és értékelhetőek. A statisztikai módszerek segítenek eldönteni, hogy milyen irányt válasszanak a fejlesztési stratégiájuk kidolgozása során.

Hazánkban a K+F ráfordítások GDP-n belüli aránya a 90-es években nem érte el az 1%-ot, ami messze elmarad a fejlett országok hasonló mutatójától, de még az EU átlagától is.
A hazai agrárkutatási intézményrendszer erősítése nélkül Magyarország véglegesen és behozhatatlanul lemarad a világban mutatkozó trendektől.

A kutatási intézményhálózat alapvetően a közfinanszírozású kutatóhelyekre épül. A magyar agrárium szakmai irányítási rendszerében az agrárstratégiai és ezen belül a kutatás stratégiai irányainak meghatározása makroszintű feladat.
Az agrárkutatás hazai intézményrendszere és irányítási mechanizmusa meglehetősen összetett, kevésbé hatékony, ezért e téren is sok és sürgős tennivaló van.

Elemeztem a magyar és az EU tagországok agrárkutatásának helyzetét, annak színvonalát és főbb tendenciáit.

Ennek során a következő adatbázisokra támaszkodtam:

- A KSH 1997. évi és 2008. évi kutatás-fejlesztésre vonatkozó kiadványaira, ezen belül a K+F költségekre és kiadásokra, a K+F helyek számára, a kutatási létszám-adatokra, a K+F beruházásokra, a felsőoktatási intézmények kutatási potenciáljára.

- Az EUROSTAT által kiadott 2000. évi és 2008 közötti évre vonatkozó primer statisztikai adatokra, illetve az ezekből számolható származékos információkra.

Ezek az információk csak nagyvonalú elemzések elvégzését teszik lehetővé, ami felveti a K+F tevékenység statisztikai megfigyelésének korszerűsítését is.

Kutató munkám során az agrárkutatások szerepének, jelentőségének időszerűségét próbáltam matemetikai-statisztikai módszerekkel bizonyítani, részben a hazai, részben az EU K+F statisztikai információs bázis alapján. Célom elsősorban az EU országok „egészére" vonatkozó számszaki összefüggések feltárása volt. A számítások egyértelműen bizonyítják, hogy egy ország K+F intenzitása és a gazdasági fejlettsége között erős pozitív korrelációs kapcsolat van, a vizsgált mutatók tekintetében.

Az összefüggéseket országos szinten, mezőgazdasági szinten is megvizsgáltam. Az utóbbin belül külön vizsgáltam a területi termelékenység és a munkatermelékenység és a kutatás-fejlesztés kapcsolatát is. Ezen túlmenően kiemelten kezeltük a biotechnológiai eredmények bevezetésének és alkalmazásának hatását is.

A főbb következtetések és javaslatok röviden a következőkben összegezhetők:

- Minél lemaradottabb egy ország K+F aktivitása, annál alacsonyabb a gazdasági fejlettsége. Peresze ez a megállapítás fordítva is igaz, tehát minél fejlettebb egy ország, annál többet fordított a kutatás-fejlesztés támogatására, ösztönzésére. Következésképpen a gazdasági felemelkedés egyik útja a kutatásfejlesztés kiemelt kormányzati támogatása lehet.
- A tendenciák hosszú távúak, tehát a műszaki-fejlesztési koncepciónak hosszú távú gazdaságfejlesztési programokra kell építeni.
- A kutatás-fejlesztési tevékenység és a gazdasági fejlettség között exponenciális jellegű kapcsolatok vannak, ami külön kiemeli annak fontosságát a gazdasági növekedés irányának meghatározása során.
- Ki kell emelni azt is, hogy a K+F ráfordításokon belül a beruházási jellegű, és a működést biztosító folyó költség jellegű tételeknek megfelelő súllyal kell szerepelni, egyébként nem biztosítható azok hatékony működtetése.
- Nagy jelentősége van a kutatói kapacitás megfelelő koncentrációjának, a nagyobb kutatási projektek nemzeti, vagy nemzetközi (esetleg világ-) méretű szervezésének.
- Fontos szempont a kutatóintézetek profiltisztítása, esetleg regionális, vagy ágazati tekintetben is.
- A fenti megállapítások nemzetközi közös cselekvési magatartás kialakításának igényére is felhívják a figyelmet. Ma már a regionális jellegű nagy projektek kidolgozásának és finanszírozásának van igazán nagy szerepe.

Időközönként konkrét számításokat kell végezni a kutatási erőforrások hasznosításának, vagy hasznosulásának ellenőrzésére, a konkrét paraméterek értelmezésére és mérlegelésére.

Az általam végzett számítások közül mindenképpen mérlegelni kell, és le kell vonni a tanulságokat az alábbi eredményekből:

- Az egy főre jutó K+F ráfordítás és az egy főre jutó GDP-vel mért gazdagság.
- az 1 ha mezőgazdasági terület és 1 ha mezőgazdasági GDP közötti számszaki kapcsolat szerint a K+F intenzitásnak fontos szerepe van az agrárgazdasági növekedésben.
- Az 1 főre jutó K+F kiadások növekedésével – nagyon erős pozitív korreláció mellett – jelentősen nő az 1 főre jutó hazai termék (r-négyzet értéke 2000-ben 0,94, 2007-ben 0,67), az 1 mezőgazdasági munkaerőre jutó agrár K+F kiadás növekedésével határozott agrár GDP növekedés párosul (r-négyzet értéke 2000-ben 0,58, 2007-ben 0,76).
- 2000-ben és 2007-ben is a K+F ráfordítások jelentős súlyarányt képviseltek az agrár GDP ben. A számítások szerint a 2000. év első évtizedében az agrár K+F ráfordítás a folyóáras GDP képződésben 12-14%-os súlyt képvisel.
- A mezőgazdaságban alkalmazott biotechnológiai patentek száma és a mezőgazdasági GDP közötti összefüggés szerint az 1 ha-ra jutó biotechnológiai patentek száma és az 1 ha-ra jutó agrár GDP között határozott és erős korrelációs kapcsolat van, tehát a biotechnológia jelentős szerepet játszik az agrárgazdaság növekedésében.

Ezen, illetve ilyen jellegű hasonló számításoknak a jövő fejlesztési stratégiájának kidolgozása során nagyon hasznos, gyakorlati szerepük van.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutató munkám, illetve a PhD értekezésem célja annak kimutatása, hogy a hazai, illetve nemzetközi szinten az agrárkutatás milyen számszakilag mérhető szerepet játszik a GDP növekedésében. Elsősorban az EU tagországaira általában jellemző összefüggések feltárására törekedtem, tehát nem az egyes tagországok K+F tevékenységét elemeztem, hanem az általános összefüggések számszerűsítését kíséreltem meg. A dolgozat emiatt elsősorban módszertani aspektusú.
Doktori értekezésem – az előírásoknak megfelelően – tartalmazza a kutatás célkitűzését, az alkalmazott módszertant, az adatbázis leírását, az elemzések eredményeit, a javaslatokat, illetve az új, vagy újszerű kutatási eredményeket.

Vizsgálataim során elsősorban a nemzetközi szakirodalom feldolgozása alapján az alábbi hipotézisekből indultam ki:

H_1 hipotézis:

- Az országok gazdasági fejlettsége és a tudományos kutatás-fejlesztés intenzitása között szoros korrelációs összefüggés van. Tehát minél fejlettebb egy ország, annál többet áldoz a tudományos kutatási eredmények létrehozására és alkalmazására;

H_2 hipotézis:

- A mezőgazdaságban a mezőgazdasági GDP alakulásához a három fő termelési tényezőn (munka, tőke, föld) kívül a kutatási tevékenység intenzitása is jelentős mértékben hozzájárul.

H_3 hipotézis:

- A mezőgazdasági termelésben az új tudományos eredmények közül a biotechnológiai eredményeknek kitüntetett jelentősége van. Feltételezem, hogy a mezőgazdaság eredményei a biotechnológiai kutatásokra fordított kiadások nagysága között statisztikailag igazolható összefüggés van. A hipotéziseimet a szekunder kutatások (a vonatkozó hazai és nemzetközi irodalmi eredményeinek értékelése) mellett primer kutatásokkal próbálom kezelni, statisztikai számításokkal igazolni.

A **műszaki fejlesztés alapja** a tudományos-technikai forradalom. A műszaki fejlesztés tudományos megalapozásának feltételei a kutatásban teremtődnek meg, majd ezt követően megkezdődnek a tudományos eredmények gyakorlati elterjesztésének feladatai.

A kutatási eredmények mérése alapvetően különbözik alapkutatási és alkalmazott kutatási, illetve műszaki fejlesztés esetében. Az alapkutatások eredményei sokszor csak hosszabb idő eltelte után, az alkalmazott kutatások, illetve a kísérleti fejlesztési feladatok elvégzése, s a bevezetéshez szükséges anyagi erőforrások előteremtése után hasznosulhatnak. Tudománymetriai szempontból itt főleg az egyéni kutatók és kutató közösségek publikációs tevékenységével mérhető a kutatás hatékonysága. Alkalmazott kutatások esetében azonban már a megrendelő konkrét haszon kimutatását követeli meg.

Mivel szinte minden primer kutatási eredmény számszerűsíthető, ezért a statisztikai eszközök által remekül vizsgálhatóak, mérhetőek és értékelhetőek. A statisztikai módszerek segítenek eldönteni, hogy bizonyos eltérések valódiak-e vagy csak hibákból adódóak.

Az agrárkutatás hazai intézményrendszere és irányítási rendszere meglehetősen összetett. A kutatási intézményhálózat alapvetően a közfinanszírozású kutatóhelyekre épül. A magyar agrárium szakmai irányítási rendszerében az agrárstratégiai és ezen belül a kutatás stratégiai irányainak meghatározása makroszintű feladat.

A hazai agrárkutatási intézményrendszer erősítése nélkül Magyarország véglegesen és behozhatatlanul lemarad a világban mutatkozó trendektől.

Elemeztem a magyar agrárkutatás helyzetét, annak színvonalát és főbb tendenciáit.
Ennek során a következő adatbázisokra támaszkodtam:

- A KSH 1997. évi és 2008. évi kutatás-fejlesztésre vonatkozó kiadványaira, ezen belül a K+F költségekre és kiadásokra, a K+F helyek számára, a kutatási létszám-adatokra, a K+F beruházásokra, a felsőoktatási intézmények kutatási potenciáljára.

- Az EUROSTAT által kiadott 2000. évi és 2008 közötti évre vonatkozó primer statisztikai adatokra illetve az ezekből számolható származékos információkra.

A kutatás elmúlt közel két évtizedes alakulását legjobban az alábbi adatok szemléltetik:

- A K+F szférában dolgozók aránya 1993-ban 0,58%, 2077-ben 0,66%, ami főleg a vállalati szférában dolgozó kutatók számának növekedése miatt következett be.
- A K+F ráfordítások GDP-hez viszonyított aránya 1%-ról 0,3%-ra csökkent, ami igen nyugtalanító, hiszen az EU fejlettebb országaiban ez az arány 2,5-3,2% körül van. Ez arra enged következtetni, hogy nem felzárkózási folyamatra számíthatunk, hanem a további lemaradás veszélye áll fenn.

A hipotézisek ellenőrzését az EUROSTAT adatbázis alapján végeztem el.

Az egy főre jutó K+F ráfordítás és az egy főre jutó GDP-vel mért gazdagság, valamint az 1 ha mezőgazdasági területre és 1 ha mezőgazdasági GDP-re vonatkozó számszaki kapcsolat kvantifikálásával bizonyítottam az első hipotézisemet, miszerint a K+F intenzitásnak fontos szerepe van a gazdasági növekedésben. Korszerű matematikai-statisztikai módszerek segítségével kimutattam, hogy az EU tagországaiban 2000-ben és 2008-ban is az 1 főre jutó K+F kiadások növekedésével – nagyon erős pozitív korreláció mellett – jelentősen nő az 1 főre jutó hazai termék (r-négyzet értéke 2000-ben 0,94, 2007-ben 0,67), az 1 mezőgazdasági munkaerőre jutó agrár K+F kiadás növekedésével határozott agrár GDP növekedés párosul (r-négyzet értéke 2000-ben 0,58, 2007-ben 0,76).

A többváltozós C-D függvények számításával bizonyítani tudtam a második hipotézisemet is, hiszen 2000-ben és 2007-ben is a K+F ráfordítások jelentős súlyarányt képviseltek az agrár GDP képződésében. A számítások szerint a 2000 év első évtizedében az agrár K+F ráfordítás a folyóáras GDP képződésben 12-14%-os súlyt képvisel.

A harmadik hipotézisemet – a rendelkezésemre álló adatbázisnak megfelelően – a mezőgazdaságban alkalmazott biotechnológiai patentek száma és a mezőgazdasági GDP közötti összefüggés számszerűsítésével bizonyítottam. A számításaim szerint az 1 ha-ra jutó biotechnológiai patentek száma és az 1 ha-ra jutó agrár GDP között határozott és erős korrelációs kapcsolat van, tehát a biotechnológia jelentős szerepet játszik az agrárgazdaság növekedésében.

8. SUMMARY

The main objective of my research work, as well as my PhD thesis is to display the present situation of agricultural research in Hungary, and at the same time to draw a picture of the possible, quantifiable role, the agricultural research on international level can play in the GDP growth. My intention has been first of all to demonstrate the main interrelations in the agriculture of EU member-states, i.e. I didn't analyzed the R+D activity of each member state, but I have tried to quantify the general relationships. Therefore my thesis has got first of all a methodological character.

My PhD thesis – in accordance with the prescriptions – contains the objective of research, its methodology, description of data base, the results of analyses, as well as some recommendations and the new or novel research results.

In my research work, I have started out – based on a comprehensive survey of international literature – form three hypotheses, as follows:

H_1 hypothesis:

– There is a close correlation between the economic development of a certain country and the intensity of scientific research and development in the given country. Thus, the higher developed a country, the more it will spend on the development and application of scientific results.

H_2 hypothesis:

– In the agriculture, beside the three main factors (labor, capital, and land) it is the intensity of research activity that also contributes to the growth of agricultural GDP.

H_3 hypothesis:

– In the agricultural production, the biotechnological results have prominent importance among the new scientific results. I suppose that there is a statistically justifiable correlation between agricultural results and the extent of expenditure spent on biotechnological research.

I try to justify my hypotheses – beside of secondary research (i.e. evaluation of results published in related Hungarian and international literature) – by primary research and by statistical computations.

The basis of technical development is the scientific-technical revolution. The conditions of the scientific foundation of technical development are created in the research and afterwards the practical application and extension of scientific results can be started.

The measurement of research results is basically different in cases of basic and applied researches, or of technical development. Frequently, the results of basic researches can be used in the practice only after a longer period, after having made complementary applied research and experimental developments and, first of all, after having procured the material sources, which are necessary to the introduction. From the aspect of scientometry, here the efficiency of research work can be measured first of all through the publication activity of individuals and teams of research communities. However, in case of applied research, the contracting party requires the demonstration of a concrete profit.

Since, almost all results of primary research can be quantified, these results can be very well examined, measured and evaluated by means of statistics. The statistical methods help us to decide whether certain differences are real ones or they are coming only from errors.

The Hungarian institutional and managing systems of agricultural research are quite complex. The network of research institutions is essentially based on publicly financed research centers. In the professional administration system of Hungarian agribusiness, the determination of main strategic – and within this – of research-strategic directions is a problem of macroeconomic level.

However, without strengthening the domestic system of agricultural researches, Hungary will definitely lag behind the world trends and will not be able to catch up with this handicap.

I have analyzed the state, the level, as well as the main tendencies of Hungarian agricultural research.

In my analysis I leant on the following databases:

- Publications of the Hungarian Central Statistical Office between 1997 and 2008 on research and development, particularly on R+D costs and expenditure, on the number of R+D places, on research staff, on R+D investments and on research potential of universities.
- Primary statistical data published by EUROSTAT between 2000 and 2008 and information derivable from these data.

The development of research in the last two decades can be demonstrated first of all by the below standing data:

- The percentage of the staff working in R+D was 0,58% in 1993 and 0,66% in 2007, which was mostly the result of the increment in the number of researchers in enterprises.

– The percentage of R+D expenditure to the GDP decreased from 1,0 to 0,3%, which is disconcerting, because this proportion in the most developed countries of EU sets out around 2,5-3,2%. It points to the fact that we cannot reckon with a closing-up process, but there is a danger that our handicap becomes bigger.

I made the **control of the hypotheses** on the basis of formerly outlined EUROSTAT data.

My first hypothesis, i.e. the important role of R+D intensity in the economic growth has been demonstrated by the quantification of the relation between the per capita R+D expenditure and the wealth level measured by the per capita GDP (relationship on national economy and agriculture level), and I also quantified the relation between the per hectare agricultural area and per hectare agricultural GDP. By means of modern mathematic-statistical methods, I have demonstrated that in the EU member states, the per capita domestic product is considerably increasing (the value of r squared was 0,94 in 2000 and 0,67 in 2007), and the increment in the per capita agricultural R+D expenditure is accompanied by the definite increment of GDP (the value of r squared was 0,58 in 2000 and 0,76 in 2007).

By computation of multivariate C-D functions I could demonstrate my second hypothesis, since the R+D expenditure represented a considerable proportion in the GDP production both in 2000 and 2007. According to the calculations, the R+D expenditure has represented a 12-14 percent ruling-price weight.

My third hypothesis, i.e. – according to the available data base – has been demonstrated by the quantification of interrelation between the number of biotechnological patents applied in the agriculture and the agricultural GDP. According to my calculations there is a definite correlation between the number of per hectare biotechnological patents and the per hectare agricultural GDP, thus the biotechnology plays an important role in the growth of agricultural industry.

9. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Tudományos könyv, könyvrészlet

1. Mádl, István – Gyarmati, László – Zakor, Kitti – Ugrósdy, György – **Mohamed, Zsuzsanna:** Efficiency Analysis in Practice. Efficiency in Agriculture (Theory and practice. Szerk.: Szűcs, István – Fekete Farkas, Mária.) Agroinform. Budapest, 2008. 337-343.pp.

2. Valkó G. – Farkasné Fekete Mária – Szűcs István – **Mohamed Zsuzsanna**: The measurement of sustainability in agriculture: SZIE, Gödöllő, 2008. 295-316 pp.

Tudományos folyóiratokban megjelent tanulmányok magyar nyelven

3. Szűcs István – **Mohamed Zsuzsanna** – Takács Szabolcs: Az agrárkutatások anyagi helyzete és fontosabb tennivalói. Gazdálkodás. 2010/1. 54. évf. 71-80. o.

4. Szűcs István – **Mohamed Zsuzsanna** – Takács Szabolcs: Az agrárkutatás-fejlesztés GDP-re gyakorolt hatása az EU országaiban. Gazdálkodás. 2010/1. 54. évf.264-274. o.

5. Bedéné Szőke Éva – **Mohamed Zsuzsanna**: Energianövények szántóföldi termelésének optimalizálása. Gazdálkodás. 2010/ 4. 54. évf. 389-396. o.

6. **Mohamed Zsuzsanna** – Balyi Gyula: Az agrárkutatások helyzete. Falu. 2010. dec. 25/4 pp. 89-94.

Tudományos folyóiratokban megjelent tanulmányok idegen nyelven

7. **Mohamed, Susanne** – Takács, Szabolcs – Szűcs, István – Bedéné, Szőke Éva: Effect of agricultural research & developmenton the GDP of EU member states. Gazdálkodás. 24.sz. különkiadás. 2010. 54.évf. p. 2-15.

Tudományos konferencia előadások

8. Tóth Tamás – Gorkovenko Olga – **Mohamed Zsuzsanna** (2006): The EU's Sugar CMO Reform and Hungary: Common Market, Common Agricultural Policy, Common Competitiveness? 295-302 p.International Scientific Days, Nitra 2006 ISBN 80-8069-704-3

9. Bedéné Szőke Éva – Szűcs István – **Mohamed Zsuzsanna** – Pallás Edit: Kutatási eredmények mérhetősége. Kecskemét, Erdei Ferenc Tudományos Napok 2009. augusztus 3.

10. Bedéné Szőke Éva[a] – **Mohamed Zsuzsanna**[b]– Pallás Edit[c] – Takács Szabolcs[d]: Optimalization of biomass production on campny level. *8th International Conference on Applied Informatics Eger, Hungary, January 27–30, 2010.*

11. István, Szűcs-Maria, Fekete, Farkasné-**Zsuzsanna, Mohamed**- Szabolcs, Takács: The system of enviromental damages and their economic effect assessed by way of matrix structure. Turky. International Journal of social sciences and humanity studies. Vol 2, No 2 , 2010. ISSN: 1309-8063 (Oline)

12. **Mohamed Zsuzsanna**: VII. Landscape Scientific Conference on „Changes of Transylvanian landscape".Changes of landscape in Karpat valley. Sapientia Hungarian Scientific University, Marosvásárhely, pp 45-50. Abtract in Book of Abstracts. ISBN 978-963-269-096-4

Szakkönyv, könyvrészlet

-

Jegyzet, jegyzetrészlet

13. **Mohamed Zsuzsanna:** Műszaki fejlesztés és a termelési tényezők hozadéka. In: Szűcs I. (szerk.) A tudományos megismerés rendszertana. Egyetemi jegyzet. SZIE GTK 2008. 272-281 o.

Egyéb publikációk

14. **Mohamed Zsuzsanna** (2007): Tendenciák a világ gabonatermelésében. Körös tanulmányok. 2007. 86-94. o.

15. **Mohamed Zsuzsanna** (2008): Észak Afrika országainak gabonatermelése. Perspektíva. 2008.II. n.e. p. 28-33

16. Széles, Ivett – Zsarnóczai, J. Sándor – **Mohamed Zsuzsanna** (2008): A Maros folyóvölgy környezeti viszonyainak vizsgálata (Analyse environmental conditions of Maros River Valley).

10. MELLÉKLETEK

M1. A felhasznált irodalom jegyzéke

1. **BEDŐ Z**. (2007): Géntechnológia a növénynemesítés eszköztárában, Magyar Tudomány, 418.o.

2. **BORSOS J.**: Agrárinnovációtól a társadalmi aszimmetriákig. Debrecen, 2008.

3. **BROWN LERTEZ R**. (1981): Building a Sustainable Society Wordwach Institute Book (W.W Nertona and Company, New York.)

4. **CHIKÁN A.** (2004): Világgazdaságtan. Aula Kiadó.

5. **DEREK SOLLA PRICE** (1978): Kis tudomány, Nagy tudomány.

6. **DIMÉNY I.**(1978): Agrárpolitikai megfontolások és műszaki fejlesztés. Mezőgazdasági Kiadó Budapest,

7. **DIMÉNY I.**(1985): Mezőgazdaságunk és a műszaki fejlesztés, Kossuth Könyvkiadó 183 p.

8. **DIMÉNY J**. (2008): Biotechnológia a jövő iparága http://www.fot-online.h

9. **DOUGHERTY, D.** (1996): Sustained product innovation in large, mature organisation: Overconing innovation – to-organisation problems. Acdemy of Management Journal. Vol. 39. No.5, pp. 1120-53.

10. **Egyesült Nemzetek** Környezeti Folyamatok Konferenciájának (*United Nations Conference on the Environment Conference*,) röviden a Riói Kiáltványának 21. fejezete.

11. A **FAO, az ENSZ Élelmezésügyi Szervezete (**1993): Feladatok a XXI. Századra. Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencia dokumentumai: Budapest.

12. **FENYVESI L.** (2008): A műszaki innováció lehetőségei és korlátai az agrárgazdaságban (Debrecen, In. Borsos J.:, 2008)

13. **GERGELY S**. (2001): Liget-magyarország. Mezőgazda Kiadó.

14. **HUSTI I.:** Innováció és műszaki fejlesztés. Debrecen, 2008. (In: Borsos J.:2008)

15. **IHRIG K**. (1941): Agrárgazdaságtan Budapest. 189. old.

16. **KAPOLYI L**. (1986): Az ásványi eredetű természeti erőforrások rendszer- és függvényszemlélete 25.p.

17. **LÁNG I.– CSETE L**. (1996): A magyarországi agrárgazdaság fenntartható fejlődése. *Gazdálkodás*. XI. évf. 3.sz. 1-11. old.)

18. **LAKATOS D**. (1988): A műszaki fejlesztés alapjai, Debrecen, 1988.

19. **LETMAA et al**., (2004): Asymetrical regulation and multidimensional governance in the EU Review of international Political Economy. Jstor.

20. **MÁRKUS L**. – **MÉSZÁROS K**. (2000): Erdő értékszámítás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.

21. **NAGY J**. (Szerk.) (2009): Az agrár K+F+I stratégia. Kézirat, SZIE.

22. **SIMAI M**. (2003): Financial Sector int he World Economy of the 21.th Century. Development and Finance. No. 1. pp. 5-13.

23. **SZABÓ J.** (2008): Az agrárgazdaság versenyképessége Kézirat, Agroinform.

24. **SZARKA E.** (2000): Mezőgazdasági biotechnológia a XXI. Században. http://www.hpo.hu/English/kiadv/ipsz/200010/szarka.htm

25. **SZŰCS I.** (1990): Verseny és rendszerszemlélet a földhasznosításában, Budapest.

26. **SZŰCS I**. (1996): Gazdálkodás. XI. évf. 3.sz. 1-11. old.)

27. **SZŰCS I.** (1999): A föld ára és bére. Agroinform Kiadó, Budapest.

28. **SZŰCS I.** (2001): Gazdálkodás és műveltség. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Jubileumi kiadvány.

29. **TAKÁCS I.** (szerk.) (2008): A műszaki fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának mérése. SZIE, Gödöllő, 19. p.

30. **THIRTLE** et al., (2004): Dual technological development. J AGR. ECON. Vol. 55.

31. **TOMCSÁNYI**, (1998): Új minőség és a vele kapcsolatos fogalmak értelmezése az agrárgazdaságban. Kézirat.

32. **WILES, L. J**. (2004): Economics of weed management: Principles and practices, Weed Technology 18: Suppl. pp. 1403-1407

33. http://biotechnologia.linkem.hu

34. http://phd.okm.gov.hu/disszertaciok/tezisek

35. http://www.gtm.hu/cikk.php?cikk.id=376

36. http://hu.wikipedia.org/wiki/

M2. Az 1 ha mg. területre jutó agrár GDP és az 1 ha mg. területre jutó biotechnikai patentek számának kapcsolatát mutató különböző típusú egyenletek összehasonlító adatai

2000	*Koefficiensek*		*t érték*	*F*	*r-négyzet*	$V\sigma_e$
Lineáris fv.	a	677,0	3,5	26,9	0,91	56,88%
	b	27,8	5,2			
Exponenciális fv.	a	630,5	36,1	12,9	0,43	51,13%
	b	1,0	3,6			
Hatvány fv.	a	539,9	31,7	69,4	0,46	70,73%
	b	0,3	3,8			

2007	*Koefficiensek*		*t-érték*	*F*	*r-négyzet*	$V\sigma_e$
Lineáris fv.	a	551,3	1,606	28,89	0,54	103,60%
	b	54,7	5,375			
Exponenciális fv.	a	656,70	50,88	30,6	0,55	106,00%
	b	1,02	5,53			
Hatvány fv.	a	648,7	48,469	27,3	0,52	130,60%
	b	0,296	5,225			

Forrás:saját számítás

M3. Ábrák jegyzéke

1. ábra
A kutatás + fejlesztésre fordított kiadás alakulása az egy főre jutó GDP (ezer USD) függvényében az OECD országok esetében (Norvégia és Luxemburg kivételével) . 21

2. ábra
A kutatás-fejlesztés ráfordításadatainak idősorai 27

3. ábra
A K+F ráfordítások pénzügyi forrásai 1990 28

4. ábra
A K+F ráfordítás pénzügyi forrásai 2007 28

5. ábra
A felsőoktatás K+F ráfordításadatai 2001 29

6. ábra
A felsőoktatás K+F ráfordításadatai 2007 29

7. ábra
A kutatás-fejlesztés főbb arányai 31

8. ábra
100 kutatóra, fejlesztőre jutó segédszemélyzet létszáma szektoronként és tudományáganként 2007-ben 32

9. ábra
A kutató-fejlesztő helyek beruházásai szektorok és összetételük szerint 2007-ben 32

10. ábra
Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F ráfordítás €/fő lineáris függvényében 2000-ben 37

11. ábra
Az 1 főre jutó GDP €/fő az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő lineáris függvényében 2008-ban 39

12. ábra
Az 1 főre jutó GDP a K+F €/fő ráfordítás €/fő exponenciális függvényében 2000-ben 40

13. ábra
Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő exponenciális függvényében 2008-ban 41

14. ábra
Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F ráfordítás €/fő függvényében 2000-ben 43

15. ábra
Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F költség €/fő függvényében 2008-ban 44

16. ábra
Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás lineáris függvényében 2000-ben 49

17. ábra
Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás lineáris függvényében 2007-ben 50

18. ábra
Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvényében 2000-ben 51

19. ábra
Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás hatvány függvényében 2000-ben..... 53

20. ábra
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás lineáris függvényében 2000-ben 57

21. ábra
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás lineáris függvényében 2007-ben 59

22. ábra
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvényében 2000-ben 60

23. ábra
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvényében 2007-ben 61

24. ábra
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás hatvány függvényében 2000-ben..... 63

25. ábra
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás hatvány függvényében 2007-ben..... 64

26. ábra
A mezőgazdasági GDP alakulása az agrár munkaerő és a mg.-i eszközállomány
függvényében 2000-ben 72

27. ábra
A mg-i GDP alakulása az agrár K+F ráfordítás és a mg.-i eszközállomány függvényében
2000-ben..... 72

28. ábra
A mg-i GDP alakulása az agrár munkaerő és a mg. eszközállomány függvényében
2007-ben..... 74

29. ábra
A mg.-i GDP alakulása a mg.-i K+F ráfordítás és a mg.-i eszközállomány
függvényében 2007-ben 74

30. ábra
Az 1 ha mg. területre jutó agrár GDP és az 1 ha mg. területre jutó biotechnikai
patentek számának lineáris kapcsolata 2000-ben..... 82

31. ábra
Az 1 ha mg. területre jutó agrár GDP és az 1 ha mg. területre jutó biotechnikai
patentek számának lineáris kapcsolata 2007-ben..... 83

M4. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat
A versenyképesség mérési módszereinek rendszerezése 23

2. táblázat
Az 1 főre jutó GDP és az 1 főre jutó K+F költség összesítő statisztikája 35

3. táblázat
Az 1 főre jutó GDP és az 1 főre jutó K+F költség lineáris függvény paraméterei 2000-ben 36

4. táblázat
Az 1 főre jutó GDP €/fő és a K+F ráfordítás €/fő lineáris függvény számítás eredményei 2008-ban 38

5. táblázat
Az 1 főre jutó GDP €/fő az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő kapcsolat exponenciális függvény paraméterei 2000-ben 39

6. táblázat
Az 1 főre jutó GDP a K+F €/fő ráfordítás €/fő exponenciális függvény paraméterei 2008-ban .. 40

7. táblázat
Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás €/fő exponenciális függvény paraméterei 2000-ben 42

8. táblázat
Az 1 főre jutó GDP €/fő a K+F ráfordítás €/fő függvény paraméterei 2008-ban 43

9. táblázat
Az 1 főre jutó GDP és az 1 főre jutó K+F ráfordítás különböző típusú függvényeinek összehasonlító adatai 44

10. táblázat
Az 1 főre jutó agrár GDP (Y) és az 1 főre jutó agrár K+F ráfordítás (x) összefoglaló adatai 46

11. táblázat
A lineáris függvény és a varianciaszámítás eredményei 2000-ben 47

12. táblázat
Az 1 főre jutó GDP és a K+F ráfordítás lineáris függvény eredményei 2007-ben 49

13. táblázat
Az 1 főre jutó GDP az egy főre jutó K+F ráfordítás lineáris függvényében 2007-ben 50

14. táblázat
Az 1 főre jutó GDP a K+F ráfordítás exponenciális függvény eredményei 2000-ben 52

15. táblázat
A függvényszámítások összehasonlító adatai 54

16. táblázat
Az 1 ha-ra jutó GDP és az 1 ha-ra jutó K+F ráfordítás összefoglaló adatai 55

17. táblázat
Az 1 ha-ra jutó GDP és az 1 ha-ra jutó K+F ráfordítás lineáris függvény 2000. évi számításának paraméterei 56

18. táblázat
A lineáris regresszió számítás eredményei 2007-ben 58

19. táblázat
1 ha mg. területre jutó GDP a K+F ráfordítás az exponenciális függvény 2000. évi számításának eredményei 59

20. táblázat
Az exponenciális függvény 2007. évi eredményei 60

21. táblázat
1 ha mg. területre jutó GDP és a K+F ráfordítás hatvány függvény 2000. évi összesítő adatai 62

22. táblázat
A hatvány függvény 2007. évi összesítő adatai 63

23. táblázat
A függvények összefoglaló táblázata 65

24. táblázat
A függvényszámításhoz használt 2000. és 2007. évek adatok összefoglaló jellemzői 66

25. táblázat
Az ötváltozós lineáris regressziós függvény paraméterei 67

26. táblázat
A többváltozós lineáris függvény adatai 2007-ben 68

27. táblázat
Az ötváltozós exponenciális függvényszámítás eredményei 2000-ben 69

28. táblázat
A Cobb-Douglas típusú függvény 2000. évi paraméterei 71

29. táblázat
A Cobb-Douglas típusú függvény 2007.évi eredményei 73

30. táblázat
Az egyes tényezők (független változók) %-os hatása az agrár GDP értékére 75

31. táblázat
Az egyes tényezők %-os hatása 76

32. táblázat
A mezőgazdasági biotechnológiai patentek és a mezőgazdaság GDP alakulásának összefoglaló adatai 80

33. táblázat
A biotechnológiai fejlesztések hatását jelző lineáris regressziós egyenes paraméterei 2000-ben 81

34. táblázat
A regresszió számítás eredményei 2007-ben 82