

## **A növényvédő szer használat kockázat csökkentés üzemi szintű mérésére szolgáló ökonómiai módszerek magyarországi alkalmazhatóságának vizsgálata**

### **Bevezetés**

A fenntartható mezőgazdaság alapvető feladatai közé tartozik, hogy adott ökológiai és társadalmi feltételek mellett megtalálja és alkalmazza azokat a technológiákat, eljárásokat, amelyekkel egyidejűleg válik megvalósíthatóvá a környezet fenntartása és a gazdaságos termelés, ami megteremti az egyszerű újratermeléshez szükséges feltételrendszert a környezetbe kerülő mesterséges kemikáliák mennyiségének korlátozásával.

Ugyanakkor a mezőgazdaság támogatottságának általános csökkenése mellett kell megteremteni a gazdaságos ártermelés feltételeit. Mindez azt jelenti, hogy a különböző régiókban, eltérő birtokstruktúra és eltérő termelési szerkezet mellett kell egyidejűleg biztosítani a mezőgazdaságból élők – az átlagos körülmények között élők – megélhetését, a környezet fenntartását (biodiverzitás megőrzését), a felhasznált mesterséges anyagok (kemikáliák) mennyiségének ésszerű csökkentését és még számos társadalmi funkciót is el kell látni (népesség megtartás a vidéken). Napjainkban az egy hektár szántó, illetve egy hektár mezőgazdasági területre kijuttatott növényvédő szer mennyiség csökkenő tendenciát mutat, ami azonban csak részben indokolható a kezelések számának a csökkenésével. A műszaki fejlődés olyan irányú, ami alapjában csökkenti az egy kezelés során kijuttatásra kerülő hatóanyag mennyiségét, igaz ez magára a hatóanyag dózisa, a kijuttatásra kerülő terimére, és a kijuttató eszközök precizitásának javulására is. Az egyes gazdaságok (üzemek) a saját külső és belső adottságaiknak megfelelően kell, hogy működjenek. Végül soron ez azt eredményezi, hogy meg kell találni az adott üzem számára legkedvezőbb kimenetellel járó gazdálkodási stratégiát, a fenntarthatóság biztosítása mellett.

Minden olyan vizsgálat, amely segíti megválaszolni a gazdálkodók számára azt a kérdést, hogy megéri-e nekik korábbi működésükön változtatni, segítheti az agrárvállalkozásokat a számukra legmegfelelőbb jövő kiválasztásában. A fenntarthatóság kérdése tehát így egyre inkább előtérbe kerülhet, mint a kor követelményeinek megfelelő alternatíva. Az egyes gazdálkodási alternatívák vizsgálatakor tisztázni kell, hogy az adott gazdaságban melyik alkalmazásának a feltétele van meg – tőke, méret, eszköz, szaktudás, elhivatottság – és ezek megléte esetén vizsgálni kell, hogy hogyan változik a gazdálkodás jövedelemtermelő képessége.

A fenti feltételeknek való megfelelés több irányú kutatás folytatását teszi szükségessé. Egyidejűleg kell foglalkozni a lehetséges irányok technológiai, műszaki fejlesztésével, de ugyanakkor vizsgálni kell – mint minden változtatásnak – a gazdasági hatásait is. Jelen fórum arra teremt keretet, hogy a csökkentett kemikália használatra alapozott – eltérő – gazdálkodási alternatívák gazdasági hatásaival foglalkozzon több szempontból.

A kutatás során vizsgálni kívánt fontosabb területek a következők voltak:

- egyes növényvédő szer használat (kockázat) csökkentés ökonómiai hatásainak mérésére szolgáló módszerek alkalmazási lehetőségének vizsgálata magyarországi körülmények között,
- az egyes kemikália csökkentő alternatív technológiára való átállás üzemi szintű gazdasági következményeinek vizsgálata,
- a csökkentett növényvédő szer használatra alapozott gazdálkodási stratégiát megvalósító üzemek ökonómiai értelemben vett önfenntartó gazdasági méretének meghatározása, tekintettel arra, hogy az ökológiai gazdálkodás számos tényezőben eltér a tradicionális – nagyüzemi technológiákra alapozott – termeléstől,
- a precíziós gazdálkodás elemzése abból a szempontból, hogyan alakul a gazdálkodás költsége, mekkora megtakarítás érhető el a kemikália célzott felhasználásával és mennyiben lehet ezt a növényvédő szer használat csökkentés érdekében alkalmazni.

A vizsgálat során áttekintettük a vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalmat a növényvédő szer használat csökkentés ökonómiai hatásainak mérésére szolgáló módszereket. A fontosabb károsító szervezetekre a kárküszből elv segítségével becsültük a táblaszintű veszteségeket és költségváltozásokat (táblázatkezelő kalkulációs rendszerek segítségével). Üzemi szintű adat felvételezést végeztünk az alkalmazható csökkentett növényvédő szer használati stratégiák megalapozásához szolgáló modell felépítéséhez, mind az organikus gazdálkodás változatainak, mind a precíziós gazdálkodás elemzéséhez abból a szempontból, hogyan alakul a gazdálkodás költsége, mekkora megtakarítás érhető el a kemikália célzott felhasználásával és mennyiben lehet ezt a növényvédő szer használat csökkentés érdekében alkalmazni. Kidolgoztunk egy szimulációs modellt a fenti kérdéskörök megválasztására, amelynek továbbfejlesztett változata alkalmas termelési szerkezet optimalizálásra

(dinamikus LP modell). Különböző feltételek mellett vizsgáltuk a csökkentett növényvédő szer használatra alapozott gazdálkodási stratégiát megvalósító üzemek ökonómiai értelemben vett önfenntartó (életképes) gazdasági méretének alakulását, azt, hogy az ökológiai gazdálkodás, illetve a precíziós gazdálkodás, mint az egyik lehetséges út a növényvédő szer használat csökkentésére, milyen átállási költségekkel jár és ennek terhei hogyan oszthatók meg.

A kutatás során vizsgáltuk a csökkentett növényvédő szer felhasználás lehetséges alternatíváinak gazdálkodásra gyakorolt hatását, üzemi szinten. Amikor egy rendszer megváltoztatja korábbi működését, megváltoznak a jövedelemtermelés feltételei. A lehetséges vizsgálati módszerek közül a költség-haszon elven alapuló mérési módszerek, a rész költségtervezés, a sztochasztikus szimulációs és ökonometriai módszerek alkalmasak a fenti hatások vizsgálatára.

Szimulációs modell segítségével elemeztük az átállás következményeit. Üzemi szinten jelentősen megváltozik a jövedelemtermelő képesség, leszűkül az a tartomány, amelyen belül jövedelem érhető el, másrészt csökken az elérhető jövedelem abszolút nagysága is. A megváltozott költségnagysággal és szerkezettel szemben amennyiben nem áll értékesítési felár, megnövekszik az egyes ágazatok és magának az üzemnek a termelési küszöb és fedezeti mérete is. Mivel a mezőgazdasági üzemek általában kötött termelési mérettel gazdálkodnak, nem, vagy csak nagy áldozattal tudják szántóföldi termőterületüket – és így gazdálkodási méretüket – növelni. A kockázat növekedés, a rugalmatlanság növekedése miatt ezen a módon nem minden esetben szabad vállalni a kemikália használat csökkentését.

Ennek megfelelően három fő alternatíva kialakítását javasoljuk, ezek mindegyike mást követel meg az üzemektől, és természetesen mást is eredményezhet számukra.

- ⇒ A precíziós gazdálkodásra berendezkedett üzemekben megvalósítható az egyes részterületek indokolt és foltszerű kezelése, ami azonban megfelelő eszköz meglétet és szakértelmet igényel (itt is felmerül az eszköz beszerzés – üzemeltetés támogatásának kérdése).
- ⇒ Az organikus gazdálkodásra történő átállás – meghatározott üzemi kör számára – valós alternatíva, amennyiben a piac elfogadja a termékek magasabb árát és üzemi szinten elérhető a megváltozott gazdálkodás fedezeti mérete.
- ⇒ A gazdálkodás extenzív jellegének erősítése – egyes területeken a felhasználható kemikália mennyiségének, minőségének a korlátozása – felveti a kieső jövedelem pótlásának és egyben a termelési méret növelésének kérdését, mind az egyes üzemek szintjén, mind ágazati szinten (a szabályozás és a támogatás területén).

A gazdaságok részére azonban csak azok az alternatívák jelentenek tényleges stratégiát, amely mellett úgy tudnak gazdálkodni, hogy méretük, eszközellátottságuk, termelési szerkezetük, termelési színvonaluk – figyelembe véve az esetleges támogatásokat is – biztosítja az életképességüket.

### ***Gazdálkodási stratégiák***

Az első feladat tehát annak meghatározása, hogy milyen alternatívák léteznek a csökkentett kemikália felhasználásra alapozott technológiák alkalmazására. Mindez eltérő irányzatok keletkezését jelentette a konvencionális gazdálkodás mellett, úgy mint

- az általában vett növényvédő szer felhasználás csökkentés, aminek egyik útja olyan vegyszerek felhasználása, amelyek tartós, kuratív hatással rendelkeznek és így a vegetáció alatt kevesebb kezelésre van szükség, de a hatóanyag dózisos csökkenése is abba az irányba hat, hogy csökken a területegységre kijuttatott szer mennyisége;
- vegyszermentes (mesterséges kemikália felhasználást tiltó) irányzatok (organikus gazdálkodás válfajai), illetve valamely környezetbiztonsági szempontból a vegyszerek használatának teljes tiltása;
- az okszerű gazdálkodást jelentő integrált növénytermelési rendszerek alkalmazása (Integrált Peszticid Menedzsment);
- a precíziós gazdálkodás, ami a foltkezelések révén célzott hatóanyag kijuttatást tesz lehetővé.

A gazdaságok részére azonban csak azok az alternatívák jelentenek tényleges stratégiát, amely mellett úgy tudnak gazdálkodni, hogy méretük, eszközellátottságuk, termelési szerkezetük, termelési színvonaluk – figyelembe véve az esetleges támogatásokat is – biztosítja az életképességüket. Életképesség alatt azt kell érteni, hogy a gazdálkodás biztosítja a benne résztvevők átlagosnak tekinthető jövedelem szintjét, valamint a befektetett tőke megtérülését is. Ezek alapján szükséges a lehetséges stratégiák üzemi szintű ökonómiai elemzése. A növényvédelem vállalati szerepével kapcsolatban két tényezőt kell kiemelni, mégpedig azt, hogy alapvető ráfordítás-hozam kapcsolatot alakító technológiai elemről van szó, amely egyben a hozam bizonytalanságot is

csökkent(het)i. Így megítélésekor nem mindig alkalmazható kizárólagosan a marginális ökonómia elve. [Takácsné, 1994]

Meg kell említeni, hogy a fenti irányzatok keveredve jelennek meg a mindennapi gazdálkodásban. Több esetben ez a kemikália használat csökkentését eredményezi, a termelés extenzitásának fokozásával, számos törvényi szabályozás, a támogatási rendszer bizonyos elemei is ebbe az irányba hatnak. Ide tartoznak azok a gazdálkodási irányok – amelyek elsődlegesen rendeletek, előírások alapján – lehatárolják az egyes területeken az alkalmazható vegyszerek mennyiségét, féleségét. Mindezzel megszabva azt is, hogy mely kórokozó, kártevő szervezet ellen megengedett/előírt a védekezés. A szabályozás történhet nemcsak az előírásokon keresztül, hanem az adóztatás rendszerén belül is. [Illés – Kohlheb, 1999] A környezetvédelmi adóztatás gyakorlata még nem kialakult, néhány vizsgálat történt már a nemzetgazdasági hatások mérésére is. [Schmitz and Ko, 2001] Egy dániai felmérés eredményei és az ezen alapuló modellvizsgálat eredményei szerint a vegyszer használat egyharmaddal történő visszaszorítása – elsődlegesen a tápanyag ellátás rendszerében – nem csökkentette lényegesen a mezőgazdaságon belül a növénytermelés által előállított jövedelmet. Ez azt is jelenti egyben, hogy a csökkentett használatot elsősorban üzemi szinten sikerült megfelelő reagálási technikákkal – akár a gazdálkodási stratégia teljes váltásával – kompenzálni. [Ørum et al. 2002] Az adóztatás vagy a tiltás esetén az üzemi szintű következmények mérése nem korlátozódhat csak kizárólagosan az üzem jövedelmi helyzetének alakulására. Itt meg kell találni majd azokat a mérési módszereket, algoritmusokat, amelyekkel azok a társadalmi pozitív hatások is értékelhetők, amelyek abból adódnak, hogy a csökkentett vegyszer felhasználásnak humán egészségügyi kihatása is van, a biodiverzitás megőrzése – vagy nem károsítása – mellett.

A mezőgazdasági üzemek lehetséges stratégiái közül egyik a fenntartható stratégia. [Székely, 2000] Megvalósításával a gazdaságok meg tudnak felelni a fentebb megfogalmazott elvárásoknak is.

### ***Két ellentét: az organikus és a precíziós gazdálkodás***

Az organikus gazdálkodás, amely a mesterséges kemikáliák felhasználását alapvetően tiltja a technológiákban, jelenti az egyik módját a növényvédő szer használat csökkentésének. Minden irányzata egy idejűleg együtt jár a környezetterhelés csökkenésével, azonban megváltozik az üzemek termelési szerkezete, erőforrás szükségelte, színvonala, de egyben értékesítési lehetőségei is.

#### *Organikus gazdálkodás irányzatai, fejlődése*

Több, egymástól időben és térben is különböző helyen alakultak ki azok a gazdálkodási formák, amelyeket ma közös néven organikus – ökológiai – gazdálkodásnak nevezünk. [Radics, 2001]

##### 1. Biodinamikus gazdálkodás

Közvetlenül az első világháború után a mezőgazdasági termékek minősége leromlott, egyre gyakoribbak voltak a növénybetegségek, gyengült a talaj termékenysége, a termés mennyisége nem érte el a háború előtti szintet. Ezeket a jelenségeket sokan a mezőgazdaságban egyre erősödő kémiai-technikai eljárások fejlődésével magyarázták. 1930-ban jelent meg először lapjuk, a Demeter, 1932-ben megalakult a máig is működő Demeter Szövetség, mely célul tűzte ki a biodinamikus gazdaságokból származó bioélelmiszerek értékesítését.

##### 2. Szerves-biológiai gazdálkodás

Ennek céljait Rolf Dierck így foglalta össze: „Elsődleges célja nem az volt, hogy csökkentse a mezőgazdaság ökológiai hiányosságait, hanem mentesíteni akarta a kisparaszti gazdaságokat az értékesítési krízisektől a minőség javításán keresztül. Ettől az időtől kezdve terjedt el Nyugat-Európában a szerves-biológiai gazdálkodás.

##### 3. Soil Association

1943-ban jelent meg Angliában Lady Eve Balfour könyve „Az élő talaj” címmel, mely az ökológiai gazdálkodásról, a talaj-növény-ember egészségének összefüggéseiről szólt. Vizsgálta a természetstechnológia és a termék minőségének összefüggéseit és rájött arra, hogy a táplálkozási lánc minden egyes tagja szoros kölcsönhatásban áll egymással, ezért elkezdte alaposabban tanulmányozni ezt a kérdést. Ennek hatására megalakult Londonban a Soil Association, ami mai napig is az ökológiai gazdálkodók legfőbb intézménye Angliában.

##### 4. Permakultúra

A permakultúra mint mozgalom 1975-1976-ban kezdődött Ausztráliában. A fogalom a Permanent Agriculture angol szavak mozaikszava, mely állandó mezőgazdaságot jelent. A permakultúra kifejezéssel egy integrált, folyamatosan, szukcesszíven fejlődő, az ember számára hasznos növények és állatok ökológiai kapcsolathálózatán alapuló rendszert neveztek meg.

## 5. Fenntartható gazdálkodás (Sustainable Agriculture)

A fenntartható gazdálkodás kifejezés a szakirodalomban az 1980-as években vált ismertté, amikor a Világelemző Intézet (Worldwatch Institute) publikálta „Irány a fenntartható társadalom” című művét. „A fenntartható fejlődésnek találkozni kell a jelen generáció igényeivel úgy, hogy ne csökkentse a következő generáció esélyeit.” Alapja hogy a természetnek önmegújuló képessége van, melynek működését nekünk kell biztosítani.

## 6. Masanobu Fukuoka

A japán mikrobiológus, Masanobu Fukuoka a „Ne tégy semmit” mozgalom élharcosa. 25 évesen kapott súlyos betegsége döbentette rá az emberi tudás hiábalóságára. „Újjászületése” után dolgozta ki rendszerét, amelyben tilos a talajművelés, műtrágyázás, a gyomirtás, a növényvédelem. A talaj termékenységének fokozását ajánlja a szerves anyag elföldelését, a talajszellőztetést biztosító növények telepítését. Véleménye szerint a szervezett mezőgazdaság az emberi egoizmus eszköze. „Ne tégy semmit”, - a természet megtermi a magát.

Ezek az irányzatok feltételezik, hogy az így előállított termékek értékesítése biztosított a piacon olyan áron, ami fedezi a más fajta technológia magasabb – sok szempontból más összetételű – költségeit.

### *Precíziós gazdálkodás fejlődése*

A precíziós gazdálkodás olyan új gazdálkodási stratégiát jelent a növénytermelésben, amely lehetővé teszi a termelő számára a mikro-termőhelynek megfelelően alkalmazott technológia megvalósítását, elsődlegesen a kemikália felhasználás vonatkozásában. Mindez a környezet kisebb mértékű terhelése mellett a termelő számára a gazdaságosabb termelés lehetőségét is biztosítja.

Történeti fejlődését tekintve a precíziós gazdálkodás alapjai visszavezethetők a fejlett mezőgazdasággal rendelkező államokban (USA, Anglia, Németország) az 1980-as években megkezdett kutatómunkákra, amelyek a műszaki technika vívmányait felhasználva próbált meg alkalmazkodni a mezőgazdasági területek tér- és időbeli változatosságához. Az 1980-as évek végére az ezzel a még újnak számító technológiai módszerrel lehetőség nyílt a helyi igényekhez igazodó, elsősorban műtrágya differenciált kijuttatására, a műveletek módjának táblán belüli változtatására. A vetőmag és növényvédőszer fejlesztés alatt kijuttatási technikája ebben az időben még fejlesztés alatt állt. A műholdas helymeghatározó rendszer lehetővé teszi a táblán belül eltérő kezelést igénylő foltok elkülönítését, így az egyes táblarészekben a leghatékonyabb gazdálkodást lehet megvalósítani. A hozamterkép digitálisan előállított és tárolt adatokat szolgáltat az adott tábláról. A szükséges adatokat méter alatti pontosságú DGPS vevővel és hozammérő rendszerrel felszerelt betakarítógép gyűjti össze és tárolja. Így a tábla bármely pontjára vonatkoztatva rendelkezésre állnak a terméssel kapcsolatos hozam és szemnedvesség információk, valamint a magassági koordinátaadatok a domborzati térkép készítéséhez. A hozamterkép és a navigációra is alkalmas DGPS-talajmintavevő rendszerrel vett talajminták alapján a DGPS-sel felszerelt műtrágyakijuttató-rendszerekkel differenciált kijuttatás végezhetővé vált. A fejlődés következő állomását az ezredforduló jelentette. A globális helyzet-meghatározó navigációs rendszerek (GPS), a mezőgazdasági gépek nagyfokú automatizálásának lehetősége, a gép vagy traktor-munkagép tartózkodási helyének pontos meghatározása, illetve a térinformatikai szoftverek (GIS) megjelenése, lehetővé tette a talajok térbeli változatosságát is figyelembe vevő agrotechnikai beavatkozások, azaz a precíziós gazdálkodás megvalósítását. A térinformatikai szoftverek megjelenése az adatok térképszerű ábrázolását, tetszés szerinti manipulálását és a precíziós gazdálkodáshoz nélkülözhetetlen, ún. digitális adatbázisok felépítését tette lehetővé. Az automatizált mezőgazdasági gépek segítségével elvégezhető többek között a hozammérés, a terület adottságai szerint változó műtrágyaszórás, a táblán belüli gyomviszonyokhoz igazodó gyomirtás. Minden olyan agrotechnikai beavatkozás terület-specifikusan elvégezhető, ahol figyelembe kell, vagy lehet venni a talajok tér és időbeli változatosságából adódó eltérő igényeket.

A precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódó részletes tervezési feladatok és a hozzá kapcsolódó megvalósítások 1:10.000 - 1:1.000 méretarányú megfelelő térbeli felbontású alapinformációkat kívánnak meg. A mezőgazdasági tábla – mint termelésszervezési alapegység – a továbbiakban csak a vizsgálódás kereteit jelöli ki. A precíziós gazdálkodás megköveteli legalább a deciméteres pontosságot, ráadásul valós időben, nem pedig az adatok utólagos feldolgozásával. A pontos valós idejű helymeghatározáshoz a navigációs műholdrendszereket kiegészítő berendezések szükségesek. (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer, MePAR), légi fényképen (ortofotón) vagy szuperfelbontású űr felvételen mérik le a parcellák területét. A helyszíni ellenőrzés GPS-szel történik. Az EU és az ESA 2008-ra tervezi üzembe állítani saját műholdas navigációs rendszerét, a Galileót. Mindez előre vetíti, hogy a precíziós gazdálkodás több is, mint egy gazdálkodási alternatíva, a későbbi dokumentálás eszköze is lehet.

A precíziós gazdálkodás a táblák heterogenitásából indul ki és a táblákon belüli mintázathoz köthető talajművelési, trágyázási, növényvédelmi stb. feladatok optimális végrehajtását tekinti céljának. A precíziós gazdálkodás lényege, hogy a növénytermesztés során az adott tábla tulajdonságaihoz (tápanyagtartalom, tápanyag feltáró képesség), a növényállomány fejlettségéhez (tőszám, beállottság), valamint a károsító

szervezetek (gyomborítottság, fertőzöttség) és gradációjuknak az időjárástól is függő várható alakulása (fertőzés dinamikája) ismeretében történik az eltérő táblarészeknek megfelelően a célzott kezelés. Mindez azt jelzi, hogy a tényleges helyzetnek megfelelően annyi kemikália kerül kijuttatásra, amely az elvárt hozam realizálásához szükséges. Ennek alapja a kárkűszöb-elv gyakorlati alkalmazása.

Mindez azonban inkább jelenti az integrált növénytermelés egyik speciális megvalósítási alternatíváját, csökkentve a környezetbe feleslegesen kikerülő kemikáliákat, mint a tényleges felhasználás csökkentését. Másik részről meg kell jegyezni, hogy ez olyan technikai hátteret – a precíziós gazdálkodásra alkalmas eszközöket – követel meg a termelőtől, amit csak meghatározott gazdasági fejlettség (tőke) és méret mellett lehet biztosítani. [Székely et al., 2000] A precíziós növényvédelem megvalósítása esetén nem csökkenthető minden esetben a tényleges vegyszer felhasználás. További gondot jelent, hogy ma még a gyakorlatban nem állnak rendelkezésre azok az eszközök, illetve beszerzésük magas többlet költség vállalását jelentik a gazdaság számára, amelyek alkalmasak a táblán belüli, felvételezéseken alapuló, eltérő dózissal történő kezelések végrehajtására. Ebből adódik, hogy nincsenek megbízható üzemi szintű adatok arra vonatkozóan, hogy átlagosan mekkora területen lehet elhagyni a védekezést egyes kártevők ellen a kárkűszöb-elv figyelembevételével.

### ***Gazdálkodási stratégiák hatásának mérésére alkalmas módszerek***

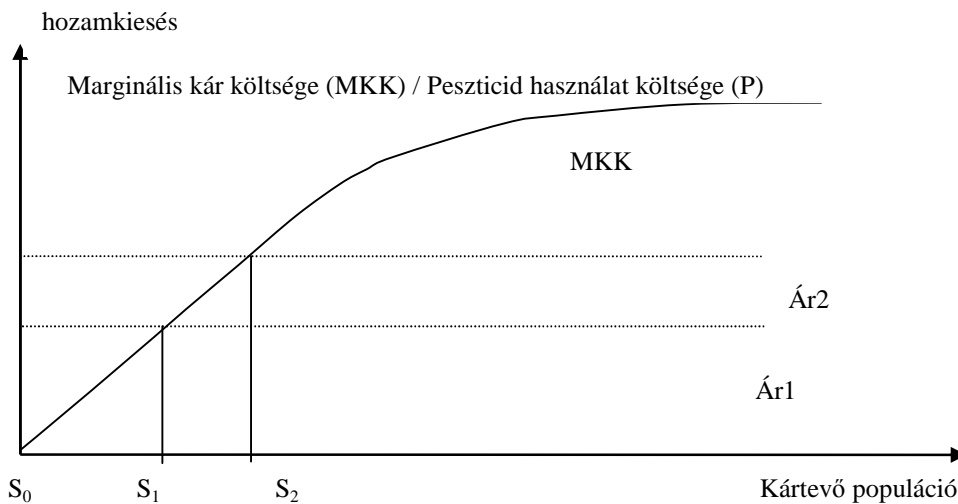
A fent említettek alapján szükséges a lehetséges stratégiák üzemi szintű ökonómiai elemzése. A következőkben elsődlegesen a növényvédelem környezeti terhelésben betöltött szerepével kapcsolatosan közelítem meg a problémát. Ebből a megközelítésből az elvárás a kémiai növényvédelemmel, mint technológiai elemmel szemben az, hogy egységnyi területet minél kevesebbszer, minél kisebb dózissal, elsodródás és kimosódás veszélye nélkül, csak a szükséges mértékben kezeljük. Ugyanakkor a növényvédelem vállalati szerepével kapcsolatban két tényezőt kell kiemelni, mégpedig azt, hogy alapvető ráfordítás–hozam kapcsolatot alakító technológiai elemről van szó, illetve arról, hogy egyben a hozam bizonytalanságot is csökkent(het)i. A növényvédelmi tevékenységek megítélésekor minden kártevő esetében meg kell határozni a kár-kűszöböt, azt a kártételt, aminek gazdasági értéke meghaladja az adott eljárás költségeit. (1. ábra). Ugyanakkor a hozambizonytalanság csökkentésében betöltött szerepe miatt a tevékenység megítélésekor nem mindig alkalmazható kizárólagosan a marginális ökonómia elve (határ haszon – határ költség). [Schmitz and Ko, 2001; Wajszczuk, 2002; Kis – Takácsné György, 2006]

Az, hogy üzem szinten melyik gazdálkodási alternatívát valósítják meg, számos tényezőtől függ. Elsődlegesen az egyes technológiákban alkalmazható eszközök, anyagok és eljárások költsége – a szükséges beruházások is – befolyásolja a választást, de vizsgálni kell a megváltozott gazdálkodás jövedelemtermelő képességét, az életképes gazdálkodás feltételrendszerét. Változatlan feltételek mellett nem folytatható minden termelő számára a gazdálkodás. Üzem szinten azonban teljesülnie kell azon gazdálkodási követelménynek is, ami szerint biztosítani kell legalább azt az eredményt a gazdálkodás során, ami megteremti az egyszerű újratermeléshez szükséges feltételrendszert. Meg kell találni azokat a lehetséges módokat, amelyekkel egyidejűleg valósítható meg a szükséges termékmennyiség gazdaságos előállítása és a fenti elvárásoknak való megfelelés.

A kutatások az ökonómia alapelvére alapozódva keresik a választ az optimális vegyszerfelhasználásra, csökkentve ezzel mind környezet, mind a humán terhelést. (Természetesen figyelembe veszik azokat az irányzatokat is, amelyek teljesen elvetik a mesterséges kemikália alkalmazását.) Az alapösszefüggést az 1. ábra szemlélteti.

A kártevő populáció növekedésével (vízszintes tengely) együtt nő, bár csökkenő rátával a marginális kár értéke (függőleges tengely mutatja a hozam kiesést a károsító elterjedésének és kártételének függvényében). Ha a lehetséges alapkezelések árát (költségét) is ábrázoljuk a függőleges tengelyen, meghatározhatók azok a pontok, ahol adott ár és költségviszonyok mellett megegyezik a kár értéke a kezelés költségével.  $S_0$  kártevő egyedszintnél még nem keletkezik érdemi gazdasági kár a hozam (mennyiségi, minőségi) kieséséből.

Három korábbi OECD rendezvényen foglalkoztak a peszticid használat ökonómiai hatásai vizsgálatának szükségességével, mindazokkal a tényezőkkel, amelyek kapcsolatban vannak a növényvédelem kockázatából adódó gazdasági következményekkel. 1995-ben Uppsalában „Növényvédő szer kockázat csökkentés” (Pesticide Risk Reduction); 1998-ban Neushâtelben „Integrált növényvédelem és kockázat csökkentés” (Integrated Pest Management and Pesticide Risk Reduction), majd 2001-ben Koppenhágában „A növényvédő szer kockázat csökkentés ökonómiaja” (Workshop on the Economics of Pesticide Risk Reduction in Agriculture) témával rendeztek workshopot, ahol a résztvevők felhívták a nemzeti kormányok, agrárpolitikusok figyelmét, hogy szükséges az ökonómiai hatások mérésére szolgáló módszerek kidolgozása, az ezt szolgáló kutatások folytatása.



1. ábra. Ökonómiai kárküszöb meghatározása  
 Forrás: saját szerkesztés

A korábbi probléma felvetéséből már látható, hogy szükséges azoknak az elemzési módszereknek a megtalálása, amelyek segítségével a növényvédő szer használat kockázat csökkentésének ökonómiai hatásai értékelése lehetségessé válik üzemi, mezőgazdasági és nemzeti szinten is. A megválaszolendő kérdések közül ki kell emelni a különböző növényvédő szer kockázatcsökkentési stratégiák hatásának vizsgálatát

- az üzem jövedelmére;
- a mezőgazdasági foglalkoztatottságra;
- a mezőgazdasági kereskedelemre;
- a GDP alakulására;
- az externáliákra (különös tekintettel a vízminőségre, a biodiverzitásra, az emberi egészségre).

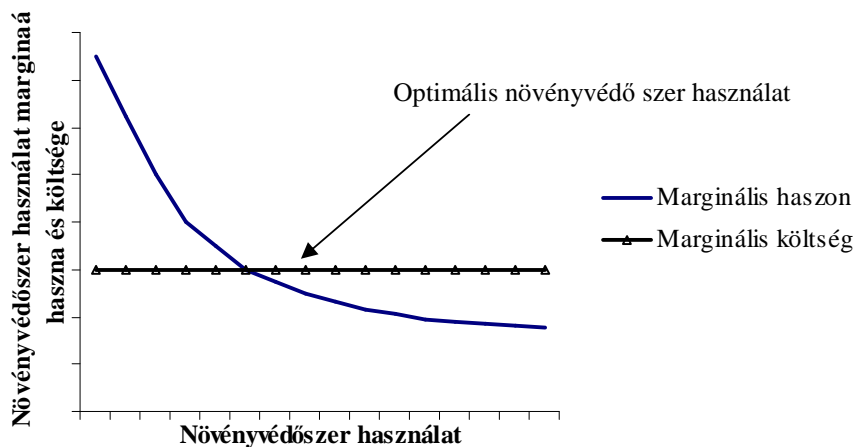
További kiemelt fontossággal bír annak a megvitatása, hogy a különböző növényvédő szer használatot kontrolláló (pest control system) stratégiák gazdasági költségét és várható hasznát (előnyét) hogyan lehet becsülni mind a három szinten.

Az elmúlt években jó néhány fejlett országban folyt az irányban kutatás, hogy hogyan lehet számba venni a növényvédő szer használat csökkentés gazdasági következményeit, mind a számításba vehető módszerek, mind az alkalmazás terén. A kutatások az ökonómia alapelveire alapozódva keresik a választ az optimális vegyszerfelhasználásra, csökkentve ezzel mind környezetet, mind a humán terhelést. (Természetesen figyelembe veszik azokat az irányzatokat is, amelyek teljesen elvetik a mesterséges kemikália alkalmazását.) Az alapösszefüggést az 2. ábra szemlélteti. [Takácsné György, 2002]

A növényvédő szer használat marginális költsége többé-kevésbé lineárisnak tekinthető, és megfelel az alkalmazott peszticid árának és a kijuttatás költségének. A marginális termelési érték (a növényvédő szer használat következtében realizálható többlet érték) görbe egyre csökkenő meredekségű  $1/x$  (hiperbolikus) függvényt ír le. A csökkenés a kemikália, mint ráfordítás csökkenő hatékonyságából adódik<sup>1</sup>.

Meg kell vizsgálni, hogy meddig érdemes csökkenteni a kemikália felhasználást, ugyanis magas peszticid alkalmazási szinten minden egyes kilogramm vegyszer felhasználás csökkentés gazdasági előnnyel jár – többlet jövedelmet lehet realizálni –, amennyiben a marginális termelési érték alacsonyabb, mint a marginális költség. Ökonómiai értelemben a peszticid használat optimális szintje ott van, ahol a következő alkalmazásra kerülő egységnyi növényvédő szer mennyiség többlet költsége meghaladja az alkalmazásából eredő többletértéket (MTÉ=MK). Természetesen ez az alapelv akkor alkalmazható, ha a növényvédő szer használatba kapcsolatba szabadon hozható meg a gazdasági döntés. (Itt most nem kerül megemlítésre a kötelezően előírt védekezések költségeinek témaköre.)

<sup>1</sup> A csökkenés visszavezethető a hozamfüggvény telítődésére.



növényvédő szer használat meghatározása

2. ábra. Optimális

A növényvédő szer használat optimalizálás, vagy más gazdálkodási stratégia értékelése megközelíthető a költség-haszon elvek, a megmentett termés és a többlet költségek közötti összefüggés alapján (Berzsenyi, 1978, Takácsné, 1991). Meg kell vizsgálni, hogy üzemi szinten melyek azok a hatások, amelyek befolyásolják a termelőt a – direkt és indirekt – növényvédelmi eszközök használatával kapcsolatos döntéseiben.

A különböző növényvédő szer használat csökkentésből eredő kockázat mérésére, modellezésére alkalmas módszerek közötti választás annak megfelelően kell, hogy történjen, hogy mi képezi a vizsgálat tárgyát. A már tárgyalt kár-küszöb elv felel meg az előbb felvázolt kérdéskörnek, amikor is a kezelés során – technológiai elem kiválasztásakor – arról kell dönteni, hogy gazdaságos-e egy eljárás. A részleges költségvetés az egyes ágazatokra vonatkozóan vizsgálja és rangsorolja a technológiákat. Matematikai programozással, ökonometriai modellek felállításával már az egyes elemek kombinációja, a technológiák együttesen, maga a termelési szerkezet válik értékelhetővé üzemi szinten, míg a módszerekkel előre lehet jelezni gazdaság vagy szektorális szinten az üzemek változtatási képességét, a rugalmasságukat. Vizsgálni lehet a jövedelem tényezőiben bekövetkező változásokat, az optimális földhasználatot, a növényvédő szer használatot. Az általános egyensúlyi modellekkel a szektorális hatásokon kívül vizsgálhatók országos hatások is, mint a mezőgazdasági termelés változása, munkaerő és terület allokáció a mezőgazdaságon belül és a szektorok között, egyes makroökonómiai hatások (GDP-re, kereskedelemre, beruházásokra, importra, exportra és a jólétre gyakorolt hatások). (1. táblázat)

Több szerző számolt be azokról az eredményekről, amelyek lehetséges megoldást jelentenek a kemikália használat optimalizálására, a természeti, humán és társadalmi kockázat csökkentésre. Egy Dániában lefolytatott, több éves adatgyűjtésen alapuló értékelés megállapította, hogy a nemzetgazdasági szinten az igen magasnak tekinthető dán kemikália felhasználási szint egyharmados csökkentése az elmúlt évtizedben lényegében nem csökkentette a gazdálkodók jövedelemszintjét, nem volt szükség termelői jövedelem kiegészítésre (Ørum, 2001).

Schmitz Németországban elemezte az adók (zöld-adó) növényvédő szer használatra gyakorolt hatását. Az első eredmények szerint össz társadalmi szinten az adó bevezetésének idejében többletköltségekkel kell számolni, elsődlegesen a termelői jövedelem kiesés kompenzálása miatt (Schmitz, 2001).

A növényvédelem ökonómiai kérdéseivel, a kárküszöb elv üzemi szintű alkalmazásának gazdasági problémáival több hazai szerző is foglalkozott a hetvenes-nyolcvanas években (Berzsenyi 1978, Nagy 1987, Takácsné 1991).

1. táblázat. Növényvédő szer használat csökkentés modellezésére alkalmas módszerek

Modell / megközelítés-mód	Adat	Eljárás	Fókuszálás	Eredmény típusa
Kár-küszöb elv	Tábla kísérletek és termelési adatok	A különböző növények különböző kártevőkre vonatkozó károsodási küszöbértékeinek meghatározása, a gazdálkodási eljárások leírása. Az árakat és a jövedelmet állandónak veszi, azaz részleges megközelítési mód	Tábla és/vagy gazdasági szint, tipikusan viszonylag részletes szinten, egy és néhány növény között változik	Optimális alkalmazás/kezelés, farm menedzsment szoftver a növényvédő szer felhasználásával kapcsolatos döntésekhez, növényvédő szer szükséglet, környezetvédelmi indikátorok
Részleges költségvetés	Tábla adatok, szakértői becslések, áradatok	Gyakran táblázatkezelős kalkulációk, melyek feltételezik, hogy az összes egyéb tényező változatlan marad, azaz részleges megközelítési mód	Alapvetően az egyes növényekre gyakorolt gazdasági hatások figyelembevétele	Táblaszintű veszteség és költség változás
Matematikai programozás	Tipikusan termelési, gazdasági és környezet adatok tábla, gazdaság és ágazati szinten	Célfüggvény érték (jövedelem) maximalizálása adott külső korlátozó tényezők esetén. Sokkritériumos elemzést is használnak. Az árakat és a jövedelmet adottnak veszik, azaz részleges megközelítési mód	Tábla, gazdaság és ágazati szint	A növényvédő szerek optimális kombinációja, a gazdasági és környezetvédelmi célokra gyakorolt hatások. Adott korlátozó tényezők (árnyékár).
Ökonometriai modellek	A választott növények termelése, az input felhasználás és a kapcsolódó árak idősorai. A gazdaságok könyvelési statisztikái, néha térségi szinten.	Ökonometriai módszerek, költség minimalizálás vagy profit maximalizálás. Az egyéb árakat és a jövedelmet adottnak veszik, azaz részleges megközelítési mód	A hozzáigazítás lehetőségei, az elsődleges mezőgazdaság kínálati reakciói, tipikusan az elsődleges mezőgazdasági termelés néhány vonala.	Gazdaság vagy szektorális szintű helyettesítési rugalmasság, változások a jövedelem tényezőiben, a kiválasztott növények termelése, optimális földhasználat, növényvédő szer használat, és egyéb input tényezők használata.
Általános egyensúlyi modellek	Nemzeti számlák, input-output táblázatok, a választott mezőgazdasági szektorok növényvédő szer felhasználása, A mezőgazdasági termelés és kereskedelem helyettesítési rugalmassága	Mikroökonómiai gazdaságelmélet, költség minimalizálás, profit és hasznosság maximalizálás, helyettesítés és jövedelmi hatások. Általános megközelítési mód.	Szektorális és országos szintű hatások.	Termelés változása, munkaerő és terület allokáció a mezőgazdaságon belül és a szektorok között. Növényvédő szer szükséglet. Makroökonómiai hatások, GDP-re, kereskedelemre, beruházásokra, importra, exportra és a jólétre gyakorolt hatások.

Forrás: OECD munkaanyagok alapján, saját szerkesztés [Report of the OECD Workshop ..., 2001]



## Anyag és módszer

A kutatás során feltételeztük, hogy a növényvédő szer használat szempontjából alternatív gazdálkodási stratégiák alapvetően megváltoztatják az üzemek jövedelemtermelő képességét, valamint azt a gazdálkodási tartományt, amelyben azok jövedelem előállításra képesek. Arra kerestünk választ, hogy lehet-e modellezni ágazati és üzemi szinten az eltérő kemikália felhasználás hatását a jövedelmezőségre, a kritikus méretre (hozamszintre), valamint az egyes alternatívák optimális termelési szerkezetre gyakorolt hatását. Korábbi kutatások több helyen beszámolnak a költség-haszon elven alapuló modellezések eredményeiről, amelyek a különböző gazdálkodási stratégiákat választó rendszerek működőképességének változását és feltételrendszerét mutatták be. [Takácsné György – Györök, 2002; Takácsné et al., 2002; K. Takács-György, 2003; Takácsné György – Kis, 2004]

Az általunk választott modellezési eljárás egy sztochasztikus szimulációs modell volt, a Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Karának, Józsefmajori Kísérleti és Tangazdasága adatbázisán. A Tangazdaság alapadatainak felhasználásával olyan szimulációs modell készült, amely segítségével a vetésszerkezetben szereplő növénytermesztési ágazatok (őszi búza, szemes kukorica, silókukorica és lucerna) fedezeti hozzájárulásának (FH) alakulását lehet vizsgálni a növényvédő szer, illetve a kemikália felhasználás függvényében. A gazdaság 255 hektáron működik, fő termelési irányát a 110 tehénből álló tejtermelő tehenészet határozza meg. A gazdaságban a hagyományos gazdálkodás körülményei között elérhető termésátlag általában meghaladja az országos átlagot. A jövedelemszámításhoz felhasznált értékek a SZIE GTK Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaság 2002-2004-es gazdasági évek adatai. A modellezéshez Excel táblázatkezelő programot használtunk, a szükséges programozást Visual Basic program nyelven végeztük. A kiinduló adatok alapján elkészítettük a modell általános változatát.

A növénytermesztési ágazat vetésterve és technológiája alapján az elvégzett növényvédelmi munkák (eljárások) figyelembe vételével a modelleztük a precíziós gazdálkodást. A termelési szerkezetben a következő fő növények találhatóak meg, több év átlagában: őszi búza, napraforgó, szemes kukorica, silókukorica, lucerna, legelő. A szántóföldi növények közül a precíziós gazdálkodás lehetősége adott az őszi búza, a szemes kukorica, a napraforgó és a silókukorica növények esetén. Meghatározásra kerültek azok a termesztéstechnológiai elemek és tartományaik, amelyen belül az egyes költség- és hozamelemek változnak.

A modellvizsgálat célja az volt, hogy megállapítsuk a különböző szintű kemikália korlátozások, célzott kijuttatások és tiltások hatását egyes növények termesztéstechnológiájára, a hozamokra, a költségekre (változó költségek), valamint ezek alapján az üzemi szintű jövedelemre. A fedezeti hozzájárulás alakulásából következtettünk arra, hogy jelentős többletköltség adódhat a többlethozamhoz szükséges többlet tápanyagszükséglet miatt, de önmagában a precíziós növényvédelem többlet művelési költsége és a károsító későbbi fejlettsége melletti magasabb hatásfokú szerrel történő kezelés miatt is. Ezt mutatja be az őszi búza ágazat esetén a 2. táblázat.

A vizsgálat kiterjedt arra is, hogy műszaki, technológiai alkalmazhatóság mellett hol van értelme a precíziós növényvédelem alkalmazásának, mely kultúrákban lehet a gazdaságos alkalmazásáról beszélni a költség-haszon elv értelmében.

Az alap esetként általunk vizsgált változatok a következők voltak:

1. konvencionális technológia,
2. technológia a növényvédő szer tiltása mellett,
3. technológia teljes kemikália tiltás mellett.

A technológiák alapvetően a következőkben felsoroltakban térnek el egymástól. Növényvédő szer tiltás esetén a vegyszeres növényvédelem kikerült a technológiából, míg a műtrágya adag kis mértékben növekedett, illetve egyedül a szemes kukorica esetében a technológiába be kellett illeszteni a mechanikai gyomirtást. A többi kultúra esetén számolni lehet a növény viszonylag gyors természetes gyomelnyomó képességével. Teljes kemikália tiltás esetén az előbbi változásokon kívül a műtrágyázást ki kellett iktatni, ami (a lucerna kivételével) szerves trágyázással került kiváltásra. A precíziós gazdálkodás vonatkozásában becsülni kellett egyes termelési tényezők változását, amelyek hatást gyakorolnak az érték és a költségoldalra. (2. táblázat)

2. táblázat. Precíziós gazdálkodás növényvédelemmel kapcsolatos költség eltérései a konvencionális gazdálkodáshoz képest

Elem	Többlet költség / költség megtakarítás	Mértéke (%)
Vetőmagköltség	⇒ minőségi paraméterek	+0-5%
Tápanyagellátás	⇒ többlet műtrágya	+ 5-15%
	⇒ műtrágya megtakarítás	- 0-25%
Növényvédő szer	⇒ hatékonyabb szer	+ 0-20%
	⇒ megtakarítás	- 0-40%
Talajmunkák	⇒ nincs	-
Vetés	⇒ elhanyagolható	-
Növényvédelem	⇒ többlet bejárás miatti többlet költség	+ 0-35%
	⇒ többletköltség (precíziós eszköz)	+ 0-5%
Betakarítás	⇒ többlettermés miatti többlet költség	+ 4%
Hozam	⇒ többlet hozam	+ 10-15%
	⇒ minőség	+ 0-15%

Forrás: saját számítás

Látható, hogy jelentős költségtöbblet adódhat a többlethozamhoz szükséges többlet tápanyagszükséglet miatt, de önmagában a precíziós növényvédelem többlet művelési költsége és a károsító későbbi fejlettsége miatti magasabb hatásfokú szerrel történő kezelés miatt.

A továbbiakban a különböző növényvédő szer és kemikália használatot kontrolláló (pest control system) stratégiák ágazati szintű, valamint össz vállalati szintű jövedelemre gyakorolt hatásának a modellezésére került sor a korábban kidolgozott szimulációs modell továbbfejlesztése révén. Kiindulópontunk volt, hogy az egyes üzemek meghatározott gazdálkodási mérettel rendelkeznek – alapvetően kialakult a birtok struktúra –, viszonylag kicsi az üzemek mozgástere egyik évről a másikra abban a tekintetben, hogy jelentősen nem képesek méretüket növelni. Tehát azt kell megvizsgálni, hogy a felső korlátként értelmezett „maximális” üzemi mérethez képest az új gazdálkodási stratégia milyen irányban változtatja meg az életképes méretet (fedezeti méret). Életképes méret alatt azt az üzemi kibocsátás értjük, amely mellett keletkezik akkora jövedelem, hogy az üzem képes teljes körűen törleszteni hiteleit, megteremti üzemi formától függetlenül az alkalmazottak (család) társadalmilag elvárt szintű jövedelmét. (Ezzel jelezzük, hogy a gazdálkodás költségei között teljes körűen felszámításra került a modellben az élömunka költsége.)

A továbbfejlesztett modell segítségével a következő eseteket vizsgáltuk:

- Precíziós gazdálkodás

A precíziós gazdálkodás alapvetően a növényvédő szer felhasználás optimalizálásának lehet eszköze. A táblaszintű felvételezéseken alapuló precíziós növényvédelemnek betudható költség megtakarítás összességében a növényvédő szer megtakarításból és a kijuttatási költségek csökkenéséből adódik. (Tekintettel kell lenni azonban arra, hogy a kijuttatás gépi munkáinak költsége általában nem csökkenthető olyan mértékben, mint az anyagköltség, mert a kijuttatás során gyakran ugyanúgy be kell járni a géppel az egész táblát, mint a hagyományos gazdálkodásnál, csak a kemikáliát nem kell mindenhol kijuttatni. További költségnövekedést eredményez a táblák többszöri bejárása, kezelése.). A modell kialakításakor ezeket a tényezőket is figyelembe vettük.

- Gazdálkodási alternatívák és életképesség

Az a feltételezés, miszerint a növényvédő szer használat intenzitásának megváltoztatása, vagy teljes tiltása érzékelhetően befolyásolja az egyes üzemek jövedelemtermelő képességét és ez által rugalmasságukat, az elvégzett számítások alapján beigazolódott. Egyrészt leszűkül maga a tartomány, amelyen belül jövedelem érhető el, másrészt csökken az elérhető jövedelem abszolút nagysága is. A kiválasztott modell gazdaság fő termelési profilja az árutej termelés, ennek megfelelően a tápanyagellátásban felhasználásra kerül a gazdaságban termelődő szerves trágya, illetve a termelési szerkezetben kötelezően kell szerepeltetni a tömegtakarmány termelést.

A modellezés során problémaként merült fel, hogy az egyes technológiai módosítások fedezeti hozzájárulásra gyakorolt hatása determinisztikus módon nem tervezhető. A termelés során számtalan ráfordítás–hozam kapcsolat alakítja ki a végső hozamot. Ezért a kalkulációkban a valószínű értéket tartalmazó tartományban véletlen értékek generálásával kerültek a modellváltozók értékei meghatározásra. A növényvédő szer alkalmazásának hiányából, illetve a mesterséges kemikália tiltás következtében elsődlegesen a hozam mennyiségében, minőségében következik be eltérés a konvencionális gazdálkodáshoz képest az adott termelési évben. (A megváltozó gazdálkodás természetesen üzemi szinten is több évre gyakorol hatást, megváltoztatja az

adott tábla gyomflóráját, a biodiverzitás alakítása révén a káros és hasznos élőlények populációját. Hosszabb távon vizsgálni és modellezni lehet ezt a hatást is.) A precíziós gazdálkodás ebből a szempontból jobban tervezhető volt a modellezés során.

A kidolgozott modell a fenti tényezők véletlen számokkal történő számszerűsítésén alapul. Az egyes technológiai elemek módosulásához, illetve a hozamváltozáshoz megadtuk az elvárható minimális és maximális szélső értékeket. A tényezők változtatását nem határoztuk meg előre, hanem az, hogy egy konkrét futtatás esetén a két szélső érték között milyen érték szerepel az egyes költségelemek és a hozam vonatkozásában, a véletlen számmal került meghatározásra. A kialakított modell minden futtatásakor más és más fedezeti hozzájárulás értékeket kaptunk az egyes ágazatoknál. Minden ágazat esetében 100 futtatás fedezeti hozzájárulás eredménye került tárolásra. A grafikus ábrázolás vizuálisan jól megmutatja az egyes ágazatok technológia módosítására adott reakcióját.

A modell segítségével meghatározható a kritikus hozamszint, az üzemi szintű jövedelemtermelő tartomány – fedezeti méret és az adott üzemre meghatározott, elméletileg lehetséges legnagyobb méret közötti intervallum, az optimális termelési szerkezet, illetve az optimalizált növényvédő szer felhasználás eredményeként a konvencionális technológiához képest elérhető jövedelem (fedezeti hozzájárulás) különbözet. Vizsgáltuk a megváltozó kemikália használat – csökkentett, tiltott, optimalizált – jövedelemkülönbözését is. Mindez megadja az alapját a rugalmasságvizsgálatoknak.

Az optimális termelési szerkezet meghatározására a lineáris programozást választottuk. [Takácsné – Györök, 2002; Takácsné - Kis, 2004; Kis – Takácsné, 2006]

A területi korlátok miatt a modell részletes leírásától eltekintek, azok a korábbi publikációkban részletesen megtalálhatók.

## **Eredmények**

A kutatás első időszakában alapvetően az alternatív gazdálkodási stratégiák ökonómiai tanulmányozására, és ezen belül elsődlegesen a precíziós gazdálkodás ökonómiai értékelésére, az áttérés lehetséges következményeinek modellezésére alkalmas eljárás kifejlesztését végeztük. Szükséges volt a különböző növényvédő szer használatot kontrolláló (pest control system) stratégiák gazdasági költségének és várható hasznának (előnyének) üzemi szintű becslése.

A vizsgálni kívánt területek közül elsőként a növényvédő szer és a túlzott mesterséges tápanyag (műtrágya) használatának csökkentéséből, illetve használatának az ésszerűség határain belülre történő csökkentéséből eredő gazdasági hatások mérésére szolgáló módszereket vizsgáltuk meg. A szakirodalom tanulmányozása, valamint korábbi saját vizsgálataink eredménye szerint az üzemi szintű költség-hozam modellek alkalmazhatóak a magyarországi körülmények között folyó gazdálkodás ilyen irányú modellezésére. Első megközelítésben a növényvédelmi eljárások környezeti terhelésben betöltött szerepével kapcsolatosan került vizsgálatra a probléma. Feltételezésünk szerint az a gazdálkodási modell, ahol okszerű a kemikália felhasználás, csökkenti a környezeti terhelést, de nem biztos, hogy azonos versenyképességet biztosít az üzem számára a konvencionális termeléshez képest. Itt tekintettel kell lenni arra a tényre is, hogy Magyarország mezőgazdaságilag művelt területéből jelentős arányt képvisel a nemzeti parkok, tájvédelmi területek aránya. Ugyanakkor el kell fogadni, hogy a növényvédelem vállalati szerepével kapcsolatban két tényezőt kell kiemelni, mégpedig azt, hogy alapvető ráfordítás-hozam kapcsolatot alakító technológiai elemről van szó, valamint azt, hogy olyan ráfordításról van szó, amely egyben a hozam bizonytalanságot is csökkent(het)i. Így megítélések nem mindig alkalmazható kizárólagosan a marginális ökonómia elve (határ hozam – határ költség).

A modellvizsgálatok alapján három csoportba sorolhatók kutatásaink eredményei, amelyek

- ágazati szintű eredmények,
- életképesség vizsgálatok, kritikus hozamszintre vonatkozó eredmények,
- optimális termelési szerkezetre vonatkozó eredmények.

### *Ágazati szintű eredmények*

A több éves kutatás során készített saját szimulációs modellszámítások alapján megállapítható, hogy ágazati szinten jelentősen eltér a jövedelemtermelő képesség az egyes változatok esetén, amit tovább árnyal, hogy növényfélésegenként is eltérő a változás mértéke. Őszi búza esetén például jelentős többlet jövedelmet lehet elérni a precíziós növényvédelem alkalmazásával a konvencionális gazdálkodáshoz képest, ami hektáronként 0,3-0,8 t/ha betakarított többlettermés értékének feleltethető meg. A teljes kemikália használat tiltásakor hektáronként 0,5-0,8 t termés mennyiség értékének megfelelő jövedelem kieséstől akár 0,8-1,2 t/ha termés

mennyiség értékének megfelelő lehet a többletjövedelem. Ez a kiszélesedő intervallum azt is jelenti egyben, hogy jelentősen megnő(het) ágazati szinten a termelő kockázata. Hasonló eredményeket kaptunk további ágazatok esetén is. A kukorica ágazatnál még inkább megnőtt az jövedelemsáv, mind a növényvédő szer, mind a teljes kemikália tiltásakor.

Az egyes gazdálkodási alternatívák technológiából következő eltérései mind a hozamban, mind a szükséges ráfordításokban különböznek. A precíziós gazdálkodás alapvetően megnöveli a termelési költségeket, de ezzel szemben kiszámíthatóbb a termelés. A mai technológiai fejlettség és az elterjedt műszaki háttér például az őszi búza precíziós növényvédelmét feltételezve elsődlegesen a gyomirtás kérdését jelenti. Az alkalmazhatóság elméleti háttérét számos nemzetközi, hazai szerző vizsgálta, azonban nem tértek ki az ökonómiai következmények vizsgálatára. [Brethour - Weersink, 2001; Run et al., 2003]

#### *Életképesség vizsgálatok, kritikus hozamszint*

A konvencionális gazdálkodáshoz képest lecsökkentett műtrágya használat, kevesebb növényvédelmi kezelés szám egyrésztől lecsökkenti az egységnyi termőföldön elérhető jövedelmet – amennyiben nem sikerül a termékeket organikus felárral értékesíteni – másrésztől megnöveli az életképességet jelentő gazdálkodási méretet. [Stanhill, 1999; Takács et al., 2003; Takácsné, 2003; Wajszyk, 2002] A fenntartható fejlődés ezen lehetséges alternatívája elősegíti ugyan a környezet kemikália terhelésének csökkentését, de üzemi szinten szükséges a jövedelem kiesés kompenzálása. A konvencionális termelésről való átállás például az organikus gazdálkodásra csak egy viszonylag szűk réteg számára lehet megoldás, mivel ágazati szinten csak meghatározott mértékig képes olyan jövedelem előállításra a piacon realizálható többlet felár révén, ami üzemi szinten képes biztosítani legalább a korábbi gazdálkodásnak megfelelő jövedelmet. Mindez szoros összefüggésben van az életképességet biztosító üzemi mérettel, ami akár 30%-kal nagyobb lehet a konvencionális gazdálkodáshoz képest. [Takács-Takácsné, 2002]

Hasonló következményekkel jár(hat) a növényvédő szer használatban a racionális felhasználást biztosító precíziós gazdálkodás. A precíziós növényvédelem megvalósítása növeli a hatékonyságot, költségtagarékosságot jelent az anyagfelhasználás oldalán, ugyanakkor jelentős többletköltséget idéz elő a terület folyamatos monitoringja, a többszöri táblabejárás (kezelés), valamint a szükséges infrastruktúra megteremtése. A precíziós gyomszabályozás alkalmazása elsősorban azon kultúráknál javasolható (kukorica, napraforgó, szója), ahol a hektáronkénti vegyszerköltség magasabb, és ezáltal még alacsonyabb (pl. 10%-os) megtakarítási szintek is fedezik a felmerülő többletköltségeket (gyomfelvételezés stb.). A helyspecifikus növényvédelem elsősorban a nagyüzemek (1000 ha feletti gazdaságok) magas inputköltségét hivatott csökkenteni. [Kalmár et al., 2004; Takácsné, 2003; Takácsné, 2004] A precíziós gyomszabályozás kifejezés lényegre törően fejezi ki, hogy a cél elsődlegesen a kártétel meghatározott szint alatt tartása és nem a teljes gyommentesség biztosítása. [Barroso et al., 2004; Maxwell – Luschei, 2005; Nagy et al., 2004] Ezekben az esetekben a gazdálkodási méret növelés lehetséges alternatívája lehet a virtuális nagyüzem megteremtése a gépkörök keretében, vagy más, megfelelő szervezéssel megoldható gépszolgáltatás révén. [Takács, 2000; Kovács et al., 2003; Takács, 2004]

A kapott eredmények megerősítik, hogy önmagában nem lehet többletjövedelmet várni a precíziós gazdálkodásra való áttéréstől, amennyiben a termelés egyéb feltételét nem alakítják ki a precíziós gazdálkodásnak megfelelően, továbbá ez a gazdálkodási alternatíva megnöveli ágazati szinten is a kritikus hozamot és egyben az ágazati kritikus fedezeti méretet is. Mindez egyrészt a nagyobb méretben való gazdálkodás kialakítását teszi szükségessé, másrészt magában foglalja a termelés intenzitásának növekedését is. A növényvédelmi tevékenységek precíziós alapokra történő átállításának azonban megvan a létalapja, de ehhez szükséges nemcsak a technikai (gépi, érzékelési) háttér megléte, mint előfeltétel, hanem az is, hogy a technológia kidolgozója és az alkalmazója is figyelembe vegye, hogy a károsító szervezetek biológiai szervezetek, ismerni kell fejlődésük és kártételük változásának tendenciáját, gyorsaságát és a különböző fejlődési fázisokban alkalmazható peszticideket is. Ennek hiányában, a gyakorlatban több kárt, mint hasznot lehet elérni a precíziós gazdálkodás során. Mindez a szakértelem fontosságára hívja fel a figyelmet.

Az a feltételezés, miszerint a növényvédő szer használat intenzitásának megváltoztatása, vagy teljes tiltása érzékelhetően befolyásolja az egyes üzemek jövedelemtermelő képességét és ez által rugalmasságukat, az elvégzett számítások alapján beigazolódott. Egyrészt leszűkül maga a tartomány, amelyen belül jövedelem érhető el, másrészt csökken az elérhető jövedelem abszolút nagysága is. Ezzel egyrésztől megnő a kritikus hozamszint, a kritikus termelési méret, másrésztől kisebb lesz az üzem rugalmassága. A költség- és árérzékenység érzékeltetésére álljon itt példaként az őszi búza, amelynek precíziós gazdálkodásban történő termesztetősége a műszaki-technológiai oldalról adott. (3. táblázat.) A precíziós növényvédelemre modelleztük az értékesítési ár, a növényvédelem költsége és az így bekövetkező hozamszint változást, meghatározva, azt a hozamnagyságot, amely mellett a termelés változó költségei éppen megtérülnek. 30%-os árcsökkenés esetén a kritikus hozam 38%-kal megnövekszik, míg a költségek 30%-os növekedése 48%-os növekedést eredményezett. Az őszi búzaágazat kritikus hozamai elsősorban árérzékenyek. Vagyis a technológiából adódó költségváltozás

kisebb mértékben gyakorol hatást az adott ágazat jövedelmezőségére, mint a piacon elérhető értékesítési egységár. Levonható tehát az a következtetés, hogy a precíziós technológia a változó költség oldalon bekövetkező hatásokat figyelembe véve akkor nevezhető életképesnek, ha a fejlettebb technológia működtetési költségeit sikerül elismertetni a fogyasztói körrel. Ez utóbbi megállapítást támogathatja az a pozitív externális költség, amely a környezet kisebb mértékű kemikália terheltségéből fakad.

3. táblázat. Az őszi búza ágazat kritikus hozamainak alakulása a költség- és árváltozás függvényében

Árváltozás	Költségváltozás						
	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
130%	2,62	2,66	2,69	2,72	2,75	2,78	2,81
120%	2,84	2,88	2,91	2,95	2,98	3,01	3,05
110%	3,10	3,14	3,18	3,21	3,25	3,29	3,32
100%	3,41	3,45	3,49	3,53	3,58	3,62	3,66
90%	3,79	3,84	3,88	3,93	3,97	4,02	4,06
80%	4,26	4,32	4,37	4,42	4,47	4,52	4,57
70%	4,87	4,93	4,99	5,05	5,11	5,17	5,22

Forrás: saját számítás

A továbbiakban meg kell vizsgálni, hogy a precíziós gazdálkodásra történő áttérés üzemi szinten felmerülő többlet költsége (beruházás) milyen feltételek mellett térül meg, ami a későbbiekben további vizsgálatokat igényel.

#### Optimális termelési szerkezet

A termelési szerkezet optimalizáláskor meghatároztuk az üzemi szintű FH értékeket konvencionális termelés, növényvédő szer tiltás és teljes kemikália tiltás esetén. 255 hektáros modell esetén a legnagyobb értéket a konvencionális termelés adta (9.203 E Ft), ettől lényegesen kisebb FH (2.283 E Ft) volt elérhető növényvédő szer tiltás esetén. A jövedelem csökkenés mintegy 75%! A teljes kemikália felhasználás tiltása esetén a vállalati FH a konvencionális termelés 1%-át sem éri el. Az állandó költséget is figyelembe véve (átlagosan 12.770 Ft/ha) konvencionális termelés esetén 28.318 Ft nettó jövedelem realizálódik hektáronként a fenti termelési szerkezet esetén, míg növényvédő szer csökkentés esetén -2.576 Ft; és teljes kemikália tiltás esetén -12.248 Ft veszteség képződik hektáronként.

A következőkben azt vizsgáltuk, hogy hogyan változnak a vállalati szintű FH értékek, ha az egyes ágazatok futtatási eredményei közül egységesen a legjobb, a legrosszabb és egy átlagos FH értékkel kalkulálunk. Még a legjobb esetben is, növényvédő szer tiltás mellett is csak a konvencionális termelés FH-ának a 42%-a realizálható, míg kemikália tiltás esetén az optimista kimenetek mellett csak 21%. A legrosszabb kimenetelű esetben növényvédő szer csökkentett felhasználása következtében is képződik még pozitív FH, de a nettó jövedelem értéke ilyen termelési feltételek mellett már negatív! (4. táblázat)

4. táblázat. Fedezeti hozzájárulás értékek összefoglaló táblázata (255 hektár)

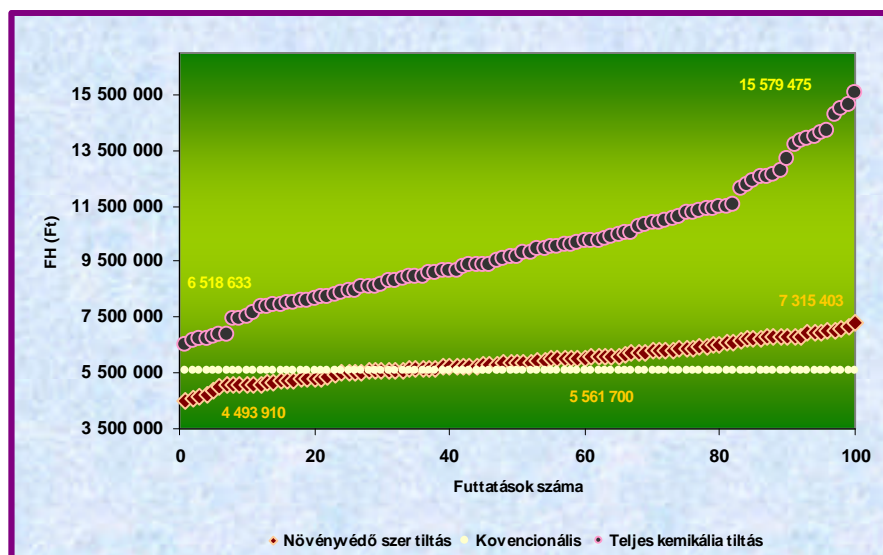
Megnevezés		Futtatás		
		Maximális értéke (Ft)	Minimális értéke (Ft)	Átlag értéke (Ft)
Búza (94 ha)	Növényvédő szer tiltás	2645762	737077	1691419,5
	Kemikália tiltás	1482443	-459238	511602,5
Szemes kukorica (31 ha)	Növényvédő szer tiltás	1289870	377980	833925
	Kemikália tiltás	541033	-371620	84706,5
Siló kukorica (38 ha)	Növényvédő szer tiltás	975027	126840	550933,5
	Kemikália tiltás	426777	-402584	12096,5
Lucerna (61 ha)	Növényvédő szer tiltás	179330	-27092	76119
	Kemikália tiltás	118327	-510507	-196090
Összes vállalati FH:	Növényvédő szer tiltás	5089989	1214805	3152397
	Kemikália tiltás	2568580	-1743949	412315,5

Forrás: saját számítás

Átlagos körülmények mellett kemikália teljes tiltása esetén is képződik nettó jövedelem, bár ennek értéke nagyon alacsony. Külön vizsgáltuk azt, hogy hogyan alakulna az optimális vetésszerkezet, ha az elsődleges célunk az összes vállalati FH maximalizálása. A számítások eredményeként azt kaptuk, hogy a vetésszerkezetbe minden egyes esetben csak egy (!) növény került be, a szemes kukorica, illetve a kemikália tiltás esetén, ahol

mind az átlagértékkel, mind a minimális értékkel való számítás esetén az őszi búza került be egyedülként a vetésszerkezetbe.

A továbbiakban a modellt úgy bővítettük, hogy az eredeti költségadatokat alapján meghatároztuk az optimális vetésszerkezetet (Solver segítségével). A cél a vállalati szintű FH maximalizálása volt. Feltételként azt szabtuk, hogy egy 300 hektáros növénytermesztésre alkalmas területből 20-20%-ot tegyen ki a szükséges takarmányok közül a silókukorica és a lucerna is, tekintettel a gazdaság alapvető termelési irányára, a tejtermelő tehenészet takarmány igényének kielégítésére. A napraforgót, mint piaci-árunövényt is beiktattuk a modellbe. A legnagyobb FH-t eredményező vetésszerkezet meghatározása után az előző számításoknak megfelelően véletlen számgenerátorral alakítottuk ki az FH értékek üzemi szintű meghatározására alkalmas modellt. Az optimális vetésszerkezet a tényadatok szerint: 60 ha silókukorica, 60 ha lucerna (a kötelező minimum előírás miatt) és 180 ha szemes kukorica a viszonylag magas fajlagos FH miatt került be a vetésszerkezetbe. Konvencionális technológia mellett a célfüggvény értéke 20.114 E Ft vállalati szintű FH. A nyereségküszöb elérésének feltétele, hogy az FH érték haladja meg az üzemi szintű állandó költségeket. (Továbbra is 12.770 Ft/ha állandó költséget feltételezve ez 3.831 E Ft.) Növényvédő szer tiltása esetén a 100 futtatás eredménye közül mind a 100 esetben nagyobb volt a kapott érték, mint az állandó költség volumene, azaz ilyen feltételek mellett képződik nettó jövedelem. Teljes kemikália tiltáskor az esetek 14%-ban az FH vállalati szinten sem fedezi az állandó költségeket, azaz a termelés ezekben az esetekben még optimális vetésszerkezet mellett is veszteséges. (3. ábra)



3. ábra. Vállalati szintű fedezeti hozzájárulás értékek alakulása

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a növényvédő szer felhasználás csökkentésének különböző alternatívái üzemi szinten jelentősen megváltoztatják a jövedelemtermelő képességet. Mindez egyidejűleg annak méretbeli tartománynak a szűkülését jelenti, amelyen belül jövedelem érhető el, másrészt csökken az elérhető jövedelem abszolút nagysága is.

#### *Precíziós gazdálkodás értékelése*

A kutatás során több megközelítésből vizsgáltuk a precíziós gazdálkodást. A vizsgálat kiterjedt arra is, hogy műszaki, technológiai alkalmazhatóság mellett hol van értelme a precíziós növényvédelem alkalmazásának, mely kultúrákban lehet a gazdaságos alkalmazásáról beszélni a költség-haszon elv értelmében. Megállapítottuk, hogy a precíziós növényvédelem a jelenlegi ár- és költségviszonyok mellett a kalászos gabonafélékben gazdaságilag nem alkalmazható eljárás, ugyanakkor a kapásnövényekben mind a gyomszabályozás, mind kórtani és rovarkártevők elleni védekezésben olyan eljárás, amely gazdaságos lehet. Ennek vizsgálata további feladatokat jelent.

A precíziós gazdálkodás alapvetően a növényvédő szer felhasználás optimalizálásának lehet eszköze. A táblaszintű felvételezéseken alapuló precíziós növényvédelemnek betudható költség megtakarítás összességében a növényvédő szer megtakarításból és a kijuttatási költségek csökkenéséből adódik. (Tekintettel kell lenni azonban arra, hogy a kijuttatás gépi munkáinak költsége általában nem csökkenthető olyan mértékben, mint az anyagköltség, mert a kijuttatás során gyakran ugyanúgy be kell járni a géppel az egész táblát, mint a hagyományos gazdálkodásnál, csak a kemikáliát nem kell mindenhol kijuttatni. További költségnövekedést eredményez a táblák többszöri bejárása, kezelése.). A realizálható jövedelemtöbblet – a modellfuttatási eredményekben a konvencionális technológiához képest kalkulált fedezeti hozzájárulás eltérés értékek – például

az őszi búza esetében 7-12.000 Ft/ha jelentettek, míg szemes kukorica esetén az eltérés intervallum szűkebb volt, 4-8.000 Ft/ha. A kapott eredmények fenntartással kezelendők, hiszen egy konkrét gazdaság értékei, azonban véleményünk szerint a precíziós gazdálkodással önmagában nem a növényvédő szer felhasználás válik csökkenthetővé, hanem a „feleslegesen” a környezetbe juttatott kemikália mennyisége csökkenthető úgy, hogy egyben a termelőüzem jövedelme növekszik (fedezeti hozzájárulás többlet). A növényvédelmi tevékenységek precíziós alapokra történő átállításának van létalapja, azonban ennek nemcsak a szükséges technikai háttér (gépi, érzékelési) megléte az előfeltétele, hanem az is, hogy a technológia kidolgozója és az alkalmazója is figyelembe vegye, hogy a károsító szervezetek biológiai szervezetek, ismerni kell fejlődésük és kártételük változásának tendenciáját, gyorsaságát és a különböző fejlődési fázisokban alkalmazható peszticideket is. Ennek hiányában, a gyakorlatban több kárt, mint hasznot lehet elérni a precíziós gazdálkodás során. Mindez a szakértelem fontosságára hívja fel a figyelmet.

A csökkentett növényvédő szer használat és teljes körű tiltás (mesterséges kemikália technológiából történő kiiktatása) üzemi szintű jövedelemre gyakorolt hatását vizsgálva megállapítható, hogy kisebb és szűkebb az a jövedelemtermelő tartomány, amelyben pozitív érték volt elérhető, sőt a teljes kemikália tiltás esetén a futtatások közel felében – ágazattól függően – nem lehetett pozitív fedezeti hozzájárulást elérni. Minden olyan esetben, amikor is lehetett olyan felárral számolni, ami az adott növény organikus terméként történő értékesítését jelentette, az adott ágazat képes volt a korábbi jövedelem előállításra.

Az eltérő növényvédő szer használatra alapozott technológiák értékelése a birtok koncentráció, a gazdálkodási méret növelésének irányába hat. Az üzemeknek tehát meg kell találniuk azokat a gazdálkodási alternatívákat – termelési szerkezet változtatás, értékesítési csatornák, feltételek megváltoztatása, eszközhatékonyság növelése, költséghatékonyság növelése stb. – amelyek a korlátozott szántóterület mellett javítják életképességi feltételeket.

#### *Organikus gazdálkodásra történő átállás lehetőségének vizsgálata*

A jelenlegi magyarországi organikus gazdaságok átlagos birtokmérete ökonómiai szempontból – a költség-jövedelem viszonyokat figyelembe véve – gazdaságosnak mondhatók. Ezt támasztja alá azon számítás is, mely a hazai ökológiai gazdálkodás fedezeti hozzájárulását hasonlította össze a konvencionális gazdálkodási típusokkal. Felár nélkül mintegy száz hektárra adódó fedezeti mérettel szemben 10% felár már jelentősen, harmadával csökkenti a fedezeti méretet. A felár növekedésével fokozatosan csökken a fedezeti méret, azonban a csökkenés mértéke nem arányos a felár növekedésével. Amennyiben 100%-os felár érvényesíthető lenne, akkor 20 ha körüli gazdaság méret már fedezné a gazdálkodás összes költségét. [Takács et al, 2003, Takács – Takács-György, 2002]

Modelleztük az átállási folyamatot. Az első belépők extra jövedelemtöbblete a belépők számának növekedésével csökken. Kiindulópont, hogy marketing vizsgálatok szerint a jelenlegi organikus termékfogyasztók mintegy 70%-os többletárat hajlandók megfizetni az általuk preferált termékekért. Ugyanakkor a vásárlási hajlandóság (az ár szempontjából) a szegényebb fogyasztók esetén alacsonyabb. A kínálat növekedése ebből következően az árcsökkenés felgyorsulásához vezet, ami miatt az ökológiai termelésre átvált terület egységére eső termelési érték többlet csökken. Végso esetben (a hozamcsökkenés miatt) akár az iparszerű termelés által elérhető szint alá csökkenhet.

Az organikus termelésre történő átállás a negatív környezeti hatások csökkentése, a fogyasztó egészségesebb termékekkel történő ellátása miatt fontos. Ugyanakkor bizonyítható, hogy a gazdaság szereplői számára ökonómiai értelemben is jelentőséggel bír az ökológiai termelés.

Az általános közgazdasági elméletek alapján felállított szimulációs modell azt mutatja, hogy a termékéletpályához időben csatlakozók számára még mindig jelentős jövedelemtöbblet realizálására van lehetőség, ugyanakkor ez a többlet prognosztizálható módon csökken minden új belépővel a kínálati viszonyok megváltoztatása miatt, ha a kereslet és kínálat marketing eszközökkel nem hozható egyensúlyba.

Az ökológiai termék előállítás a nemzetgazdaság egészére is kedvezően hat(hat). Önmagában a belső piacra történő értékesítés is hozzájárulhat a GDP növeléséhez, de a magasabb vásárlóerejű piacokon elérhető jövedelem magasabb, mint a jelenleg jelentősen alacsonyabb vásárlóerejű hazai piacon. (Napjainkban a megtermelt organikus termékeknek csak mintegy 5-10%-a kerül a belföldi piacon értékesítésre.) Az elmúlt években a hazai piac fejlődése kétségtelen, ugyanakkor ez az ütem nem érte el a kínálat növekedésének ütemét.

Az ökológiai termelés optimális aránya a peremfeltételektől függően változó, de jellemzően legfeljebb 60-80% között változik. Ekkorra azonban 30-50%-kal csökkenhet a területegységen realizálható termelési érték többlet.

Az ökotermelés tömegesedése azonban együtt jár azzal is, hogy az ökotermelésben is teret hódít az iparszerű termelési technológiák alkalmazása, s – az ökotermelés előírásainak betartása mellett – a műszaki fejlesztés célterületévé válik az ökotermék előállítás.

Az ökotermékeken képződő prémium allokációjában az alapanyag termelőknek csak akkor lehet esélyük nagyobb részarány realizálására, ha a feldolgozást és értékesítést is maguk kívánják végezni, s ezekhez megfelelő kooperációs formákat hoznak létre, a sikeres hazai és nemzetközi tapasztalatokat és mintákat is figyelembe véve.

Összegezve tehát a tapasztalatokat, nem csak ökológiai, de ökonómiai érvek is hozhatók a feldolgozóipar illetve a fogyasztó számára egyaránt egészségesebb terméket biztosító ökotermékek előállítására való átállásra, ugyanakkor látni kell, hogy a kereslet-kínálat viszonyainak függvényében az újabb belépők csökkentik az összes termelő jövedelmezőségét, ami megfelelő piacszabályozási mechanizmusok bevezetését is előrevetítheti egyes termékek esetén, hasonlóan az iparszerű termeléséhez. Az ökológiai termelésre való átállás azonban nem helyettesítheti a gazdasági szerkezet restrukturálását, a birtokkoncentrációt, az eszköz és tőkehatékonyaság növelését.

#### *Növényvédő szer használat csökkentés gazdasági hatásai – workshop*

A kutatás zárásaként és részben további kutatási irányok kijelöléseként 2006. június 9-én a Szent István Egyetemen a „Növényvédő szer használat csökkentés gazdasági hatásai” címmel egy workshop-ot szerveztünk. A workshop résztvevői különböző szempontok alapján vizsgálták a mezőgazdasági termelés során a növényvédő szer használat csökkentésére alkalmas eljárásokat, azok gazdasági hatásait üzemi, ágazati szinten, amelyek egyben lehetővé teszik a környezetterhelés mérséklését. A workshop-on elhangzott előadások anyagát könyv formájában megjelentettük, hogy a szélesebb tudományos és szakmai közönség számára elérhetővé tegyük az eredményeket.

A résztvevő kutatók fontosnak tartják a termesztéstechnológiai elemek, műszaki feltételrendszerek vizsgálata mellett annak kutatását, hogy milyen mértékben változik meg a növénytermelés jövedelem előállító képessége, illetve milyen mértékben kell a gazdálkodás más feltételeit egyidejűleg megváltoztatni ahhoz, hogy jövedelmet lehessen előállítani. Az eredmények azt a feltételezést támasztják alá, hogy a gazdálkodás során a technológia váltás mind az organikus gazdálkodásra való áttérés, mind például a precíziós gazdálkodás bevezetése megkövetel bizonyos gazdálkodási méret növelést, hogy az áttérés előtti jövedelem biztosítható legyen. Az első esetben a korábbi jövedelem a kisebb hozam, gyakran növekvő költségek miatt csak akkor érhető el, ha a piacon lehet a vegyszermentesség miatt felárat realizálni vagy valamilyen kompenzációs rendszer pótolja a kieső jövedelmet. A kemikália csökkentés mellett – helyett (?) – a racionális vegyszer használatot eredményezi a precíziós gazdálkodás. Az okszerű növényvédelem egyidejűleg szolgál(hat)ja az érték előállítását, a közjavak szolgálatását, a biodiverzitás megőrzését, a természet és egyben a föld védelmét. Ez azonban a technikai háttér megeremtését (pótlólagos beruházásokat), a meglévő fenntartását követeli meg a termelőtől, ami többletköltséget jelent és ez nem mindig érvényesíthető az értékesítés során. A mezőgazdaság szerepének megváltozása, a multifunkcionalitás előtérbe kerülésével szét kell választani a szociális-gazdasági funkciókat, alternatívákat kell kimunkálni, amelyek megvalósítására megfelelően képzett szakemberekre van szükség.

Minden olyan kutatás, amely arra a kérdésre is segít választ adni, hogy milyen gazdasági következményekkel jár(hat) a technológia váltása, egyrészt módszert, másrészt többlet információt ad a termelők számára, helyes gazdasági döntéseik meghozatalához.

A workshop résztvevői, reményeik szerint, ehhez járultak hozzá, tudományterületük eszköztárának felhasználásával.

#### **Következtetések**

A mezőgazdasági termelők helyzetének megváltozása következtében az egyes termelőknek – lehetőségeik függvényében – át kell gondolni korábbi gazdálkodási stratégiájukat a növénytermelésben felhasználásra kerülő mesterséges kemikália vonatkozásában. Egyre fontosabb szemponttá válik a környezetbe juttatott káros anyagok környezetterhelésének csökkentése, az egyoldalú gazdálkodás biodiverzitásra gyakorolt negatív hatásának csökkentése, a növényvédő szer használat kockázat csökkentésének igénye. Gazdaság szintjén azonban teljesülnie kell azon gazdálkodási követelménynek is, ami szerint biztosítani kell legalább azt az eredményt a gazdálkodás során, ami megeremti az egyszerű újratermeléshez szükséges feltételrendszert.

A növényvédő szer felhasználás csökkentésének lehetséges gazdasági hatásainak vizsgálata azt mutatja, hogy üzemi szinten jelentősen megváltozik a jövedelemtermelő képesség a növényvédő szer és az egyéb kemikáliák felhasználásnak csökkentésekor vagy tiltásakor. Egyrészt leszűkül az a tartomány, amelyen belül jövedelem érhető el, másrészt csökken az elérhető jövedelem abszolút nagysága is. Ugyanakkor meg kell vizsgálni, hogy mit jelent a gazdaságosság és az ésszerűség.

A növényvédő szer használat ésszerűsítése üzemi szinten azt kell, hogy jelentse, hogy az egyes gazdaságok tartós vállalati adottságainak megfelelő gazdálkodási stratégiát kell kialakítani. Gazdasági szinten a csökkentett, vagy teljesen elhagyott kemikália felhasználás következtében a jövedelemtermelő képesség jelentősen



megváltozik. Változatlan termelés technológia mellett a megváltozott költségnagyság és szerkezettel szemben amennyiben nem állt értékesítési felár, akkor növényvédő szer használat tiltása leszűkítette minden kultúrában azt az intervallumot, ami pozitív fedezeti hozzájárulás elérését teszi lehetővé, megnövekedett az egyes ágazatok termelési küszöb mérete és egyben fedezeti mérete is. Mivel a mezőgazdasági üzemek általában kötött termelési mérettel gazdálkodnak, azaz nem, vagy csak nagy áldozattal tudják szántóföldi termőterületüket – és így gazdálkodási méretüket – növelni. A kockázat növekedés, a rugalmatlanság növekedése miatt ezen a módon nem minden esetben szabad vállalni a kemikália használat csökkentést.

Ennek megfelelően három fő alternatíva – az intenzív, az organikus gazdálkodás és a precíziós növényvédelem – alakítható ki, ezek mindegyike mást követel meg az üzemektől, és természetesen mást is eredményezhet számukra.

- ⇒ A precíziós gazdálkodásra berendezkedett üzemekben megvalósítható az egyes részterületek indokolt és foltszerű kezelése, ami azonban megfelelő eszköz meglétét és szakértelmet igényel (itt is felmerül az eszköz beszerzés – üzemeltetés támogatásának kérdése).
- ⇒ Az organikus gazdálkodásra történő átállás – meghatározott üzemi kör számára – valós alternatíva, amennyiben a piac elfogadja a termékek magasabb árát és üzemi szinten elérhető a megváltozott gazdálkodás fedezeti mérete.
- ⇒ A gazdálkodás extenzív jellegének erősítése – egyes területeken a felhasználható kemikália mennyiségének, minőségének a korlátozása – felveti a kieső jövedelem pótlásának és egyben a termelési méret növelésének kérdését, mind az egyes üzemek szintjén, mind ágazati szinten (a szabályozás és a támogatás területén).

A precíziós gazdálkodáshoz kapcsolódóan, megfelelő méretarányban elkészített térképeken a mezőgazdasági tábla – mint termelés szervezési alapegység – a nem csak a precíziós technológia alkalmazásának kereteit jelöli ki, hanem a pontos, valós idejű helymeghatározás révén, a szükséges, navigációs műholdrendszereket kiegészítő rendszerek (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer, MePAR, helyszíni ellenőrzésre kidolgozott és felhasznált GPS) segítségével parcella szintű dokumentálás lehetőségét termeti meg (sokkal részletesebben, mintegy továbbfolytatva a táblatorzskönyvi dokumentálást. Mindez bizonyítja, hogy a precíziós gazdálkodás több is, mint egy gazdálkodási alternatíva, a későbbi dokumentálás eszközévé válik.

Amennyiben elfogadjuk, hogy a precíziós gazdálkodás egy olyan új gazdálkodási folyamat, amelyben a termelési folyamat minden elemének nyomonkövethetősége biztosított, úgy a minőségmenedzsment eszközévé vál(hat), megteremtve az alapot a jó mezőgazdasági termelésnek (GAP). A kérdéskör további vizsgálatakor a technikai feltételrendszer kialakításával kapcsolatos egyes kérdések (műszaki, technológiai, szakértelembeli) mellett vizsgálni kell a gazdasági hatásokat is – úgy mint a bevezetés tőkeszükséglete, a működtetés költségei, a jövedelemre gyakorolt hatás mérése stb.)

Az organikus termelésre történő átállás a negatív környezeti hatások csökkentése, a fogyasztó egészségesebb termékekkel történő ellátása miatt fontos. Ugyanakkor bizonyítható, hogy a gazdaság szereplői számára ökonómiai értelemben is jelentőséggel bír az ökológiai termelés. Az ökológiai termelés optimális aránya a peremfeltételektől függően változó, de jellemzően legfeljebb 60-80% között változik. Ekkorra azonban 30-50%-kal csökkenhet a terület egységen realizálható termelési érték többlet. Az organikus gazdálkodással kapcsolatban a piaci felvevőképesség – ezen belül elsősorban a belföldi fizetőképesség – alakulása határozza meg, hogy mely termékek esetén lehet tartós piaccal számolni, az átváltó vagy már korábban átváltó üzemek számára. A piac által biztosított többlet ár kompenzál(hat)ja a kieső termelői jövedelmet. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy az organikus termékek termékpályájával kapcsolatban is érvényes, hogy a magasabb feldolgozottságú termékek termékpályáján összességében nagyobb jövedelem realizálható. A termelőknek a továbbiakban ebben az irányban is előre kell lépniük, kialakítva olyan értékesítési formákat – csatornákat – amelyek révén stabil piaci szereplőkké válhatnak hosszú távon.

A gazdaságok részére azonban csak azok az alternatívák jelentenek tényleges stratégiát, amely mellett úgy tudnak gazdálkodni, hogy méretük, eszközellátottságuk, termelési szerkezetük, termelési színvonaluk – figyelembe véve az esetleges támogatásokat is – biztosítja az életképességüket.

Minden olyan vizsgálat, amely segíti megválaszolni a gazdálkodók számára azt a kérdést, hogy megéri-e nekik korábbi működésükön változtatni, segítheti az agrárvállalkozásokat a számukra legmegfelelőbb jövő kiválasztásában. A fenntarthatóság kérdése tehát így egyre inkább előtérbe kerülhet, mint a kor követelményeinek megfelelő alternatíva. Az egyes gazdálkodási alternatívák vizsgálatakor tisztázni kell, hogy az adott gazdaságban melyik alkalmazásának a feltétele van meg – tőke, méret, eszköz, szaktudás, elhivatottság – és ezek megléte esetén vizsgálni kell, hogy hogyan változik a gazdálkodás jövedelemtermelő képessége.

## Felhasznált irodalom

1. Barosso, J., Fernandez-Quintanilla, C., Maxwell, B. D., Rew, L. J.: Simulating the effects of weed spatial pattern and resolution of mapping and spraying on economics of site-specific management. "Weed Research" 44 (6): 460-468 Dec 2004
2. Berzsenyi Z. A növényvédelem ökonómiai hatékonysága és jelentősége a védekezési rendszer optimalizálásában. Növényvédelem, XV. évf. 1. sz. Budapest. 1978. 1-8 p.
3. Brethour, C. and Weersink, A. (2001). An Economic Evaluation of the Environmental Benefits from Pesticide Reduction. Agricultural Economics. Forthcoming. Canadian contribution, contact person, A. Weersink, email [aweersin@uoguelph.ca](mailto:aweersin@uoguelph.ca)
4. Christensen, T. – Huusom, H. (2001): Survey of Economic Analyses of Pesticide Use in Agriculture in OECD Countries, OECD Workshop on the Economics of Pesticide Risk Reduction in Agriculture
5. G. Kovács – I. Nagy – I. Takács: Connections between virtual and real large-scale agricultural enterprises. Studies on the Agricultural and Food Sector in Central and Eastern Europe. Vol. 20. Large Farm Management. Edited by A. Balmann – A. Lissitsa. AgriMedia GmbH. 2003. 207-227. pp.
6. I. Takács – K. Takács-György – E. Járasi: Alternatives of Organic Farming in Hungary According to Farm Structure and Profitability of Production. International Conference on Quality in Chains. Editors: L. M. M. Tijkssen – H. M. Vollebregt. Acta Horticulturae 604, July 2003. Wageningen. Volume 2. 481-486 pp.
7. Illés B. Cs. – Kohlheb N.: Az adók szerepe a környezetpolitikában. Gazdálkodás, XLIII. évf. 2. sz. Budapest. 1999. 55-64 pp.
8. K. Takács-György: Reduce the chemical use in plant production – How to optimize pests? 14th IFMA Congress. 2003. Perth. Proceedings. Part 1. 783-791 pp.
9. K. Wajszczuk: The economic analysis of agricultural enterprises in sustainable development aspects. In: 13<sup>th</sup> International Farm Management Congress, 2002 Wageningen, <http://www.ifma.nl/files/papersandposters/PDF/Papers/Wajszczuk.pdf>
10. Kalmár, S. – Salamon, L. – Reisinger, P. – Nagy, S.: Possibilities of applying precision weed control in Hungary. Gazdálkodás. English Special Edition. 2004. 8. különszám. XLVIII. évf. 88-94 pp
11. Kis S. – Takácsné György K.: Környezetterhelés csökkentés figyelembevétele a gazdálkodási stratégiák kialakításakor. 2006. Gazdálkodás. L. évfolyam (megjelenés alatt)
12. Maxwell, B. D. – Luschei, E. C.: Justification for site-specific weed management based on ecology and economics Weed Science 53 (2): 221-227 Mar-Apr 2005
13. Nagy B.: A növényvédelem fejlesztésének ökonómiai alapjai. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1987.
14. Nagy, S., Reisinger, P., Tamás, J.: Possibilities of the use of multispectral images for planning precision weed control. "Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz"-Journal of Plant Diseases and Protection 453-458 Sp. Iss. 19, 2004
15. Ørum, J. E. – Jørgensen, L. N. – Jensen, P. K.: Farm economic consequences of a reduced use of pesticides in Danish agriculture In: 13<sup>th</sup> International Farm Management Congress, 2002 Wageningen, <http://www.ifma.nl/files/papersandposters/PDF/Papers/Orum.pdf>
16. Radics L. (szerk.): Ökológiai gazdálkodás II. 2002. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
17. Report of the OECD Workshop on the Economics of Pesticide Risk Reduction, Copenhagen, 2001. <http://www.oecd.org>
18. Run, M. – Marghitas, M. – Lujerdean, A. – Oroian, I. – Toader, M. – Paulette, L. – Oltean, T. T. – Pop, V. I.: The agrochemical improvement of soils in the context of durable agriculture. AVA Konferencia, 2003. Vidékfejlesztési szekció III. Konferencia CD
19. Schmitz, P. and Ko J.-H. (2001). Economic Costs of a ban or a tax on pesticides in German Agriculture - A CGE Approach. German contribution, contact persons P. M. Schmitz & Jong-Hwan Ko.
20. Stanhill, G. (1990). The comparative productivity of organic agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 30, 1-26.
21. Székely Cs.: Az agrárvállalkozások stratégiai tervezéséről. 2000. Gazdálkodás. XLIV. évf. 2. sz. 31-47 pp. ISSN 0046-5518
22. Székely, Cs. – Kovács, A. – Györök, B.: The practice of precision farming from an economic point of view. Gazdálkodás. English Special Edition. 1. 56-65 pp.
23. Takács - K. Takács-György: Modeling of the connection between the ecological farming and farms sizes under Hungarian conditions. 2002. 13<sup>th</sup> International Congress of Farm Management (IFMA). Wageningen, <http://www.ifma.nl/files/papersandposters/PDF/Papers/Takacs-Takacsne.pdf>
24. Takács I.: A válasz: virtuális nagyüzem. MTA-AMB Kutatási és fejlesztési tanácskozás Nr. 28. Gödöllő. 2004. január 20-21. Konferencia kiadvány. 2. kötet 247-251. pp.
25. Takács I.: Gépkör – jó alternatíva?. = Gazdálkodás 2000. XLIV. 4. 44-55. p.

26. Takács I. – Takács-György K. – Járasi É. Zs. [2003] Alternatives of Organic Farming in Hungary According to Farm Structure and Profitability of Production. In Acta Horticulturae. Number 604. July 2003. Volume 2. 481-486 pp.
27. Takács I. – Takács-György K. [2002] Modeling of the connection between the ecological farming and farm sizes under Hungarian conditions. 13<sup>th</sup> International IFMA Congress of Farm Management. Wageningen. Book of Abstracts. 81. p.
28. Takács-György, K. – Györök, B. – Kovács, A.: The effects of precision farming on the use of chemicals. EAAE 10<sup>th</sup> Congress. Zaragoza, 2002.
29. Takácsné Gy. K.: Néhány gondolat a növényvédelemmel kapcsolatos tevékenységek ökonómiai értékeléséről és értékelhetőségéről. Növényvédelem, XXVII. évf. 1. sz. Budapest. 1991. 7 p.
30. Takácsné György K.: A családi gazdálkodás méretére ható tényezők modellvizsgálata. Gazdálkodás. 1994. XXXVIII. évf. 4. sz. 65-69 p. és 5. sz. 54-60 p.
31. Takácsné György K. – Kis S.: Növényvédelemmel kapcsolatos gazdasági döntések üzemi szintű hatásának vizsgálata. XLVI. Georgikon Napok. Keszthely. 2004. Konferencia CD./o\_Taka\_K, 6 p.
32. Takácsné György K.- Györök B.: A növényvédő szer használat kockázat csökkentés üzemi szintű mérésére szolgáló ökonómiai módszerek magyarországi alkalmazhatóságának vizsgálata. Kutatási jelentés az FVM K+F-76/2002 számú témához. Gödöllő. 2002. 36 pp.
33. Takácsné György K.: A mezőgazdasági növényvédelem gazdálkodási stratégiái és azok értékelése. Controlling Portál. 2004. [www.controllingportal.hu/](http://www.controllingportal.hu/) 18 p.
34. Takácsné György K.: Növényvédő szer használat kockázatcsökkentés ökonómiai vizsgálata – kihívás a termelő, az ágazat számára. In VIII. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok. SZIE Gazdálkodási és Mezőgazdasági Főiskolai Kar. 2002. Gyöngyös. Konferencia kiadvány. 3. kötet. 372-377 pp.
35. Takácsné György K.: Precíziós növényvédelem, mint alternatív gazdálkodási stratégia. Gazdálkodás. 2003. XLVII. évf. 3. sz. 18-24 pp.

