

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
VÍZ- ÉS KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI TANSZÉK

INTERDISZCIPLINÁRIS AGRÁR - ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:
Prof. Dr. Nagy János
MTA doktora

Témavezető:
Dr. habil. Tamás János
mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Agrár-környezetvédelmi indikátorok gyakorlati
alkalmazásának lehetőségei a szántóföldi
növénytermesztésben

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Készítette:
Csókáné Pechmann Ildikó
doktorjelölt

Debrecen
2005

1. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

Ez a kutatás azzal a céllal indult, hogy módszertani támogatást nyújtson egy olyan korszerű környezetinformációs rendszer kiépítéséhez, mely segítségével a gazdálkodók:

- sikeresen azonosíthatják tevékenységük környezeti hatásait, s ezzel
- lehetővé válik számukra a földhasználat eredményének és a környezeti források viszonyának elemzése, valamint
- a növénytermesztési és környezetgazdálkodási információk naprakész nyilvántartása,
- és egyben eleget tudnak tenni az Európai Unió és hazai agrártámogatások által megkövetelt adatszolgáltatási kötelezettségeknek is.

Ezzel kapcsolatban kutatásaimat négy fő irányvonal köré csoportosítottam:

I. a környezeti hatások kvantitatív módon történő meghatározása

Ezen a ponton belül egy olyan egységes, a hagyományos, terepi adatgyűjtő módszerek mellett térinformatikai alapokon nyugvó, távérzékelési technikákkal támogatott monitoring rendszer került kidolgozásra, mely segítségével gyorsan, könnyen azonosíthatók és számszerűsíthetők a szántóföldi növénytermesztés keretein belül felmerülő környezeti hatások.

II. a monitoring során nyert adatok térképi megjelenítése

Ebben a szakaszban az eltérő módszerekkel gyűjtött adatokat egységes térinformatikai környezetbe integráltam, s így azok összevethetővé, egymás függvényében modellezhetővé váltak.

III. a számszerűsített környezeti hatások értékelése

Az objektív hatásértékelés céljából olyan mutatórendszer kidolgozására került sor, mely amellet, hogy információt szolgáltat a gazdálkodónak termőföldje állapotáról és tevékenységének környezeti hatásairól, egyben segítséget is nyújt a regionális, természetvédelmi alapú támogatás hatékonyságának ellenőrzésében.

IV. a mutatórendszer tesztelése a szántóföldi növénytermesztési gyakorlatban.

Az adatgyűjtés egy mezőgazdasági középvállalkozás, a Tedej Rt. un. „Pusztai” területén, Hajdúnánás-Tedej határában folyt, a környezetinformációs- és mutatórendszer alkalmazása is ezen a területen lett tesztelve.

2. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Az 1992-ben a CAP¹-reform keretében elfogadott 2078/92 EU tanácsi rendelet paradigmaváltást hozott az Unió, de egész Európa mezőgazdasága számára is. A rendelet újraértékelt az agrár szektor elsődlegesen élelmiszertermelő szerepét, s ehelyett egy többfunkciós agrármodellt vezetett be. Az új agrárpolitika értelmében a mezőgazdaságnak a közpénzekből eredő támogatások fejében, a termelési feladok mellett környezeti és társadalmi, foglalkoztatottsági feladatokat is el kell látnia.

Így, az új elvek szellemében lassan átalakul az Unió támogatási rendszere is. A hagyományosan mennyiség alapú támogatások (I. pilléres kifizetések) csak azon, jó termőterületű gazdaságok számára lesznek elérhetők, ahol a kielégítő mennyiség és minőség megtermelése nem igényel drasztikus beavatkozást, elérhető extenzív módon is.

Fokozatosan csökken emellett a 20 ha-fölötti birtokméretű üzemek támogatása is. Az így felszabaduló költségvetési forrásokból pedig az agrár-környezetvédelmi és vidékfejlesztési törekvéseket fogja támogatni az Unió (II. pilléres kifizetések). Ezen változások azt vetítik előre, hogy a kisebb méretkategóriába tartozó birtokok, a vidékfejlesztési támogatások tartós és növekvő súlyú elemei lesznek a közös agrárpolitikának.

A magyar gazdák számára azonban a csatlakozással együtt megnyíló

¹ Common Agricultural Policy – Közösségi Agrárpolitika

pénzforrások csak akkor lesznek elérhetők, ha megértik a háttérben rejlő lehetőségeket, és így igénybe tudják venni a helyzetüknek leginkább megfelelő támogatási formákat.

Ahhoz azonban, hogy a gazdálkodó sikerrel pályázhasson, tisztában kell lennie földjének termőképességével, a birtokolt terület természeti értékeivel és a termelés környezeti hatásaival.

Döntéshozói oldalról pedig a támogatások felhasználásának ellenőrzéséhez elengethetetlen követelmény a térben és időben valós, korszerű adatszolgáltatás.

A dolgozat ezen gyakorlati problémák megoldásaira keresi a választ.

A környezeti hatások számszerűsítésére, monitoringjára egy agrárkörnyezeti-mutatórendszer ismertetésével kíván segítséget nyújtani.

Az adatszolgáltatási nehézségeket pedig egy EU-konform, térinformatikai és távérzékelési technológiákra alapozott környezeti információs rendszer kiépítésének bemutatásával igyekszik megkönnyíteni.

3. A KUTATÁS MÓDSZEREI

3.1 A mintaterület bemutatása

A vizsgálati terület mintegy 1500 ha, intenzív mezőgazdasági művelés alatt álló szántóterület volt, melyen nyugatról a Hortobágy szikes pusztáira jellemző szoloncsák-szolonyec típusú talajok határozzák meg a gazdálkodást, míg keletről a Hajdúsági löszhát,

csernozjom típusú talajai dominálnak. Az intenzíven művelt részek mellett, a mélyebben fekvő területeken a Hortobágy szikeseire jellemző növényfajok formálnak degradált, de természetvédelmi szempontból jelentős társulásokat, melyek foltként ékelődnek a művelt táblákba és alkotnak refúgiumokat számos védett növény- és állatfajunk számára.

3.2 A környezeti információs rendszer felépítése

A környezetinformációs rendszer alapját a területről 2000-ben, térinformatikai környezetben elkészített talajinformációs rendszer képezte. Ez egészült ki a terület digitális domborzat modelljével, a 2000. augusztusában a FÖMI által készített légi felvétellel, a gazdaság méretarányos helyszínrajzával, a 2001-2004 között készített vegetáció térképekkel, valamint 2002-ben egy hiperspektrális felvétellel, melyet a DAIS 7915 (Digital Airborne Imaging Spectrometer) 80 csatornás légi spektrométer készített.

Minden raszteres és vektoros állomány Egységes Országos Vetületi Rendszer (EOV) szerint került beforgatásra illetve digitalizálásra.

A digitalizálást az Arc View 3.2 szoftverrel, míg a beforgatást az Erdas Imagine 8.0 szoftver felhasználásával végeztem el. Ezzel minden adatállomány azonos vetületi rendszerbe került, s így együtt megjeleníthetővé és kezelhetővé vált.

A következő lépés a térképi adatállományokat információval való feltöltése volt. Itt első körben az Rt. által vezetett táblatörzskönyv

adatai kerültek digitális feldolgozásra. A vizsgálati területen, az egyes táblákon elvégzett munkafolyamatok (talajelőkészítés-talajművelés, tápanyaggazdálkodás, növényvédelem, öntözés, betakarítás) input adatait Excel adatbázis kezelő programban dolgoztam fel. Az így nyert digitális adatállományból dBASE IV. adattáblát hoztam létre, melyet az Arc View 3.2 attributív adatként kezelni képes, s azokat a térképi elemekhez – pl. tábla – kapcsolva a termelési adatok térben is modellezhetővé váltak.

Ennek eredményeként az egyes táblák térképi megjelenítése esetén lekérdezhető az adott egységen, a választott évben a talajművelési, tápanyaggazdálkodási, növényvédelmi, vízgazdálkodási feladatokkal kapcsolatos munkafolyamat anyag és energia inputja.

3.3 A természeti erőforrások állapotára vonatkozó adatok gyűjtése

A természeti erőforrások felhasználásának mértékének meghatározása alapvetően a táblatorzskönyvi adatok és a talajinformációs rendszer alapján történt. Kiegészítő vizsgálatokat végeztem emellett a talaj szikesedési állapotára nézve, valamint elkészítettem a terület jelenlegi természetes és természet-közeli vegetációtérképét és élőhelyhálózati rendszerét.

A vízfelhasználás tekintetében az öntözésre kiadott vízmennyiség került számszerűsítésre.

Az üzemanyag felhasználás mértékét a 60/1992. (IV.1.) Korm.

rendelet 1., illetőleg 1/A. számú mellékletei alapján kaptam meg, melyek tartalmazzák többek közt az egyes mezőgazdasági erőgépek üzemanyag- és kenőanyag fogyasztás mértékének számítási módját munkafolyamatonként.

A talaj sótartalmára vonatkozó vizsgálatok, valamint a vegetáció térképezés eredményei a táblatorzskönyv alapján megállapított földhasználati kategóriákkal kiegészítve szolgáltak alapul a hiperspektrális fotó elemzéséhez.

3.4 Az agrár-környezetvédelmi mutatórendszer kidolgozása

Az új uniós támogatási rendszer alapvetően természetvédelmi és környezetgazdálkodási szemlélete miatt az indikátor rendszer kidolgozása során a következő szempontokat vettem figyelembe:

A mutatórendszernek mindenképpen ki kell fejeznie a

- társadalmi és döntéshozói elvárásokat
- a gazdálkodás multifunkcionalitását
- a környezet jelenlegi állapotát – a rendszer környezeti hatásokkal szembeni érzékenységét, ellenálló képességét.
- a várható hatásokat – a reakció képességet
- a gazdálkodási rendszerben tervezett változtatásokkal szerezhető termelési, ökológiai, gazdasági előnyöket.

A fentieknek megfelelően a kidolgozott mutatórendszer ötvözi a gazdálkodóval szemben elvárt:

- természetvédelmi
- termelés technológiai
- jogszabályi – rendeleti, valamint
- technikai – informatikai követelményeket

Ennek megfelelően, a rendelkezésre álló adatok alapján a környezeti elemekre és rendszerekre az alábbi indikátorcsoportokat állapítottam meg.

3.1 táblázat A környezeti elemek, rendszerek és a hozzájuk rendelt indikátor csoportok

Környezeti elemek	Indikátor csoportok
Talaj	Talajveszteség erózió révén
	➤ erózió
	➤ defláció
	Felgyorsult szervesanyaglebontás okozta állapotromlás
	A biodiverzitás csökkenése
	Talajtömörödés
	Sófelhalmozódás – másodlagos szikesedés
	Szennyeződés
	Tápanyagterhelés
Víz	Víz kivétel
	Vízminőség romlása
Levegő	Levegőminőség változása

3.1 táblázat folytatása

Ökoszisztémák - biodiverzitás	Élőhelyhálózatok - /élőhelyek egységessége/
	➤ Térszerkezet
	➤ Az élőhelyek kiterjedése
	➤ Kapcsolat az egyes élőhelyek között
	Fajösszetétel
	➤ Fajgazdagság
	➤ Sokféleség
	➤ Populációk
	➤ Karakterfajok
	Genetikai sokféleség
➤ Természetközeli agrár-élőhelyek	
➤ Agrár-élőhelyek	
Táj	Változatosság - Természetesség
	Egységesség
	Kulturális sajátosságok

Az egyes indikátor csoportokon belül kidolgozott mutatórendszert a függelék szemlélteti

4. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

A Tedej Agrártermelő és Szolgáltató Rt. „Pusztai” területének sajátos természeti adottságai révén kiválóan alkalmas arra, hogy bemutassam, hogyan aknázhatja ki az Rt. ezeket a természeti előnyöket a jelen agrárkörnyezet- és természetvédelmi törekvések mentén indult támogatási programok keretén belül.

A két földrajzi régió határán fekvő terület talajtanilag rendkívüli mozaikosságot mutat, mely egyrésztől igen határozott korlátok közé

szorítja a művelési lehetőségeket. Másrészt viszont kiváló lehetőséget biztosít arra, hogy megfelelően átgondolt intézkedésekkel elérhetővé váljanak az Rt. számára a Közös Agrár és Vidék Politikára épülő és növekvő költségvetésű második pillére mentén megnyíló forráskeretek.

A jelen támogatási rendszerek –a termés alapú támogatásokon túl (első pilléres támogatások) – elsősorban azon tevékenységeket igyekeznek előnyhöz juttatni, ahol a termelés a környezeti alkalmazkodás jegyében megy végbe, azaz a természeti erőforrások hasznosítása a környezeti adottságoknak megfelelő intenzitással és mértékben történik. A cél tehát egy olyan termelési rendszer megtervezése, ahol a termőterülettel szemben támasztott igények és a terület természetes adottságainak eltérése kicsi; a termelésben csak kiegészítő jellegű a mestersége, viszont nagy a természetes erőforráshányad, ami azonban a termelés során nem csökken, de legalábbis egyensúlyban marad.

Egy ilyen termelési rendszer megteremtésének első lépése egy olyan környezetinformációs rendszer kiépítése, mely segítségével egyrészt a gazdálkodó felmérheti termőföldjének természeti adottságait, valamint a tevékenység környezeti hatásai is sikeresen azonosíthatók.

A dolgozatban bemutatott a hagyományos, terepi adatgyűjtő módszerek és a térinformatikai és távérzékelési technológiák ötvözésén alapuló, egységes monitoring rendszer alkalmas egy ilyen

információs rendszerhez szükséges adatbázis felépítésére a szántóföldi növénytermesztés keretein belül.

A következőket követően könyvelt gazdálkodási adatok részletes információt nyújtanak a termelés forrás igényéről, anyag- és energia inputjáról, illetve a területen elvégzett művelési munkákról.

A természeti adottságok, a természetes erőforrások állapotának elemzésére pedig a talajtani (sótartalom, tömörödöttség, talajművelési munkák modellezése táblaszinten), a domborzati (erózió, szennyezés terjedés, veszélyeztetett területek), valamint növénytani (biodiverzitás, ökoszisztémák állapota) vizsgálatok nyújtanak megfelelő alapot.

Az eltérő módszerekkel gyűjtött adatok egységes térinformatikai környezetbe történő integrálása során pedig azok összevethetővé, egymás függvényében modellezhetővé váltak. Így megfelelnek tehát a környezeti információs rendszer azon követelményének, mely szerint segítségével az alapadatokat összevetve, egymás függvényében újraértékelve a területről új, tágabb értelmű információk nyerhetők.

Ennek egyik példája a terepi és a multispektrális felvétel elemzésével levont következtetés, mely szerint a szikes tulajdonságok fokozatosan terjednek és erősödnek az öntöző csatornák, a mélyebben fekvő, belvizes területek mentén, mely nem megfelelő öntözési és vízrendezési gyakorlatot jelez.

A tápanyaggazdálkodás viszonylagos kiegyensúlyozottságát, illetve

a növényvédőszeres ésszerű és viszonylag mértéktartó felhasználását jelzi viszont a táblákba ékelődött természet-közeli vegetációval borított területeken a növénytársulások viszonylag nagy faji diverzitása (védett fajok megjelenése), és stabilitásukat jellemző állandóságuk.

Így tehát a megfelelően felépített környezeti információs rendszer alkalmassá válik hatásértékelésre, a gazdálkodás környezeti hatékonyságának mérésére.

Az objektivitás céljából azonban szükség van egy megbízható, áttekinthető mutatórendszer kidolgozására, mely egyértelmű információkat szolgáltat a kérdéses terület állapotáról mind a gazdálkodó, mind a politikai döntéshozók, mind a támogatásokat elbíráló és azok eredményességét értékelő hatóságok számára.

A dolgozatban bemutatott indikátorrendszerhez szükséges alapadatok a talaj, az ökoszisztémák, a táj teljes mértékben, a levegő és a víz esetében pedig részben előállíthatók.

A táblatorzskönyvi adatok alapján számszerűsíthető, a térinformatikai rendszerrel pedig térben megjeleníthető a műtrágya, szerves trágya, növényvédőszer felhasználás mértéke, megoszlása a területen. Ugyanígy számítható a vízfelhasználás, valamint az üzemanyag fogyasztás mértéke. A gázolaj fogyasztás mértékéből pedig levezethető a füstgáz terhelés.

A talajművelési munkákra vonatkozó adatok, valamint azoknak a talajtulajdonságokkal együtt történő térbeli megjelenítése alapján

számítható a talaj fizikai terhelése. A talajinformációs rendszer segítségével pedig tervezhető a termőhelyi viszonyokhoz alkalmazkodó talajművelés

A termőterület egészéhez (1500 ha) képest elenyésző (~1 ha) méretű tanító terület mintavételezésével nyert adatok, a távérzékelt felvétel segítségével a teljes területre kiterjeszhető információt szolgáltatottak a szikesedési tulajdonságok kiterjedéséről. Ezeket az eredményeket a termesztési terv ismeretében felhasználhatók az esetleges termés kiesések előrejelzésére, valamint a vetésszerkezet tervezésében (sótoleráns növények vetése, erősen szikes területek kivonása a termelésből, vizes élőhelyek kialakítása a belvizes területeken).

A természet-közeli vegetáció térképezés adatait a hiperspektrális felvétel elemzésével - az egyes asszociációkra felállított spektrális könyvtárak felhasználásával - információt kaphatunk a vegetációs foltok összetételére, az egyes társulások stabilitására, természetességére vonatkozóan.

A fenti adatokat összefüggéseiben áttekintve és újraértékelve pedig megvalósítható a területen a földhasználati zónarendszer kialakítása.

A gazdasági adatok térinformatikai rendszerbe történő integrálása alkalmassá teszi a kidolgozott rendszert arra, hogy kapcsolódjon a DeMETER termőföld-értékelő rendszeréhez, valamint a FÖMI által koordinált MEGPAR-hoz, kiegészítve azokat a termelés környezeti és ökológiai hatásainak értékelésének lehetőségével.

A gazdálkodási, talajtani, természetvédelmi adatok tematikus feldolgozása, azok művelési egységekhez – táblákhoz – történő kapcsolása pedig alkalmassá teszi a rendszert az Érzékeny Természeti Területekre elnyert támogatás fejében előírt üzemterv elkészítésének támogatására.

A kidolgozott monitoring-, és indikátorrendszer pedig alkalmas keretet nyújt a környezetmenedzsment rendszerek bevezetéséhez kötelezően előírt előzetes környezeti állapotfelmérés elvégzésére.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TUDOMÁNYOSAN ÚJ EREDMÉNYEI

1. Igazoltam, hogy a megfelelően strukturált és részletes, digitális környezetinformációs rendszer elkészítése hatékonyan alkalmazható a környezeti terhelés mutatórendszerének kidolgozásához.
2. Igazoltam, hogy a szántóföldi növénytermesztés során a tematikusan és rendszeresen vezetett gazdálkodási adatok alapvető háttéradatként szolgálnak a környezeti mutatók számszerűsítéséhez és értékeléséhez.
3. Felállítottam a talajra, mint környezeti elemre, valamint az ökoszisztémára és a tájra, mint környezeti rendszerre egy specifikusan a mezőgazdaságra alkalmazható indikátorrendszert, a gazdálkodás környezeti hatásainak objektív értékelése céljából.
4. Igazoltam, hogy a távérzékelés technológiája a meglévő környezetinformációs rendszerre alapozva, alkalmas a kidolgozott mutatórendszeren belül a vizsgálati terület szikesedési állapotának felmérésére.
5. Bizonyítottam, hogy a távérzékelés technológiája a meglévő környezetinformációs rendszerre alapozva, alkalmas a kidolgozott mutatórendszeren belül a természet-közeli élőhelyek ökológiai állapotának valamint a táj és a földhasználat változatosságának felmérésére.

6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A környezeti információs rendszer felépítésének ismertetésével egy megbízható, a környezetgazdálkodási támogatások monitoringjában hasznosítható adatszolgáltatási rendszer kiépítésének lehetőségeit vázoltam fel.
2. Meghatároztam a kidolgozott mutatórendszerekhez szükséges adatforrások összetételét és az adatfeldolgozás technológiai minőségét.
3. Térben keveredő gyeptársulások meghatározásához légi hiperspektrális felvételezésen alapuló spektrális alapadatokat állítottam elő.
4. Szikes talajdegradációs folyamatok térbeli megoszlásához terepi és labormérésekkel kalibrált kritikus spektrális tartományokat válogattam le.
5. Precíziós talajművelés számára alkalmazható, indikátoralapú eljárást dolgoztam ki a káros emisszió és a fosszilis energia felhasználásának jelentős csökkentése érdekében.

7. FÜGGELÉK

7.1 táblázat A talaj állapotindikátorai

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
Talajtömörödés Kiporzás Talajvesztés ➤ Erózió ➤ Defláció CO₂ kibocsátás Szervesanyag veszteség	Elvégzett talajmunkák területegységre lebontva	az egyes gépi munkák súlyozó faktorai szorozva az elvégzett munka területével	táblatörzskönyv adatai alapján
Szikesedés	sófelhalmozódás	szikes területek kiterjedése, aránya	távérzékelte felvételek, valamint a környezeti információs rendszer alapján
Szennyezettség	alkalmazott növényvédőszer hatóanyagtartalma	mg/l	táblatörzskönyv adatai alapján
	kijuttatott hatóanyag/ha	mg/ha	táblatörzskönyv adatai alapján
Tápanyagterhelés	kijuttatott N mennyisége	kg/ha	táblatörzskönyv alapján
	kijuttatott P	kg/ha	táblatörzskönyv alapján

7.2 táblázat A víz állapotindikátorai

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
Mezőgazdasági vízkivétel	Öntözővíz	m ³ /ha	Táblatörzskönyv adatai alapján
Vízminőség ➤ tápanyagterhelés	1. kijuttatott tápanyag	kg/ha	
	2. szegélyvegetációk	Szélessége, típusa	
➤ vegyszerterhelés	1. kijuttatott hatóanyagok	mg/ha	
	2. szegélyvegetációk	Szélessége, típusa	
	3. nem permetezett területek	Szélessége	

7.3 táblázat A levegő állapotindikátorai

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
Szennyezés	CO terhelés	m ³ /ha	Táblatörzskönyv adatai alapján
	PAH terhelés	m ³ /ha	
	NO _x terhelés	m ³ /ha	

7.3 táblázat Az élőhelyhálózatok ökológiai állapotának értékelésre javasolt indikátorok

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
Térbeli összetettség	1. az élőhelyeket elválasztó határok	diverzitás index	légifelvételek földhasználati, növényföldrajzi térképek alapján zéleskörű adatbázis
	2. a határok típusai, számuk		
	3. a művelt és nem művelt területek aránya – beleértve a szegélytársulásokat	élőhely osztályozás	
	4. a lineáris élőhelyek (sövények, fasorok, nádas sávok) hossza		
Az élőhely minősége	1. a mezőgazdasági tevékenységhez kapcsolódó élőhelyek kiterjedése	a természetközeli területek kiterjedése	élőhelytípusok a Nemzeti biodiverzitás-monitoring rendszer alapján ÉTT adatbázisai
	2. természetes élőhelyek a művelt területek közé ékelődve	a táblákba ékelődött természetvédelmi területek kiterjedése	
Kapcsolat az egyes élőhelyek között	1. kapcsolat az értékes természetes és természetközeli élőhelyek között	ökológiai folyosók megléte hossza minősége	légifelvételek földhasználati, növényföldrajzi térképek alapján CORINE adatbázis
	2. kapcsolat a fenti területek és a Natura 2000 program élőhelyei közt		
	3. az élőhelyek sokfélesége	diverzitás indexek	

7.4. táblázat A faji diverzitás állapotának értékelésre alkalmazott indikátorok

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
Populáció szintű jelenségek	1. a visszaszoruló, az állandó egyedszámú és a növekvő populációk aránya	területarány	a vegetáció térképezés során nyert adatok alapján
Fajgazdagság	2. fajszám		
Indikátor fajok	3. karakter fajok megléte	karakter fajok száma az össz-fajszámhoz viszonyítva	
	4. karakter és társulásközömbös fajok aránya		
	5. invazív fajok jelenléte	invazív fajok száma az össz-fajszámhoz viszonyítva	

7.4. táblázat A természetes és művelt területeken a genetikai diverzitás állapotának meghatározására alkalmazott indikátorok

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
A természet-közeli élőhelyek aktuális genetikai sokfélesége	1. a mezőgazdasági területekhez kötődő élőhelyek, életközösségek genetikai sokfélesége	Shannon diverzitási index	vegetáció térképezés, távérzékelt felvételek
	2. sövények hossza	ha/teljes farmlerület	vegetáció térképezés, távérzékelt felvételek
A haszonnövények genetikai sokfélesége	3. a haszonnövények sokfélesége	fajták száma, aránya	táblatorzskönyv
	4. trendek a haszonnövények, - azon belül a fajták számának változásában	Növekedés vagy csökkenés tapasztalható	táblatorzskönyv
	5. érzékeny természeti területek kiterjedése	jelentősebb genetikai sokféleségű területek/ teljes	vegetáció térképezés, távérzékelt felvételek
		elhanyagolható genetikai sokféleségű területek / teljes	vegetáció térképezés, távérzékelt felvételek
	6. védett génállományú haszonnövények száma	faj-, fajta szám	táblatorzskönyv
	7. hagyományosan termesztett, tájjellegű növények aránya	faj-, fajta szám	táblatorzskönyv

7.5 táblázat A táj állapot és terhelés indikátorai

Jelenség	Indikátor	Változók	Adatok hozzáférhetősége
Természetes szerkezetesség	1. meg felel-e a földhasználati mód a terület természeti adottságainak	földhasználat típusa; talajtani adottságok domborzat hidrológia klimatikus viszonyok	CORINE adatbázis genetikus talajtérképek ÉTT adatbázis
	2. természetközeli élőhelyek aránya területegységre lebontva		NBMR, CORINE adatbázisa ÉTT adatbázis
	3. természetes élőhelyek aránya területegységre lebontva		NBMR, CORINE adatbázisa
	4. összeköttetés a hasonló tájalelemek közt	Földhasználati formák száma	
	5. a jellegzetes élőhelytípusok aránya (természetes vagy mesterséges)	méret % a művelt területhez képest	FÖMI légifelvétel-adatbázis
Természetes sokféleség	1. a nyílt és zárt tájegységek aránya	szántóföld – gyeperdőterület aránya	
	2. adott művelési módhoz kapcsolódó fajok száma területegységre lebontva		
	3. az élőhelyek sokfélesége		
	4. a földhasználat változatossága	a típusok száma és kiterjedése	
	5. a növényzet sokfélesége	természetes földhasználat aránya	
	6. nyílt vízfelületek	százalékos területaránya	
	7. domborzat	a különböző domborzati formák változatossága	

A 7.5 táblázat folytatása

Természetbe illő tájgazdálkodás	A földhasználat intenzitása	öntözött/öntözetlen területek aránya	Táblatörzskönyv, Biomassza indexek Vegetációs és termésterkép
		gabonafélék hozama	
		gabonafélék arány a területen	
		művelt területek aránya	
		gyepterületek aránya	

8. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

Magyar nyelvű tudományos dolgozatok: 4

PECHMANN I. - TAMÁS J. (2002): Az életciklus-elemzés és az Eco-Indikator '99 módszerek alkalmazhatóságának értékelése a szántóföldi növénytermesztés során. Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis, Debreceni Egyetem. 2002. 65-72.

PECHMANN I. - TAMÁS J. (2003): A precíziós mezőgazdaság szerepe a környezeti vállalatirányításban. Acta Agraria Kaposvariensis. Vol 6 No 3. 2002. 41-63. p.

Burai P. - **PECHMANN I. (2005):** Különböző spektrális felbontású távérzékelési adatforrások alkalmazási lehetőségei az agrár-környezetvédelemben. Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis, Debreceni Egyetem.. in press

TANYI P.; NYAKAS A.; K. SZABO ZS.; **PECHMANN I. (2005):** Egy természetközeli szikes rét botanikai állapotfelmérése. Acta Agraria Debreceniensis, In press

Magyar nyelvű lektorált konferencia: 4

PECHMANN I. - TAMÁS J. (2002): Az integrált környezet menedzsment rendszerek térinformatikai háttere. In: Informatika a Felsőoktatásban, Debreceni Egyetem, 154-159.

PECHMANN I., TAMÁS J. (2003): Terület-specifikus talajművelés környezeti hatékonyságának értékelése életciklus-elemzéssel, In Csorba Zs., Jolánka P., Szöllősi G. szerk.: III. Növénytermesztési Tudományos Nap – Szántóföldi növények tápanyagellátása – Gödöllő, 156-163.

PECHMANN I., TAMÁS J., KARDEVÁN P., VEKERDY Z., RÓTH L., BURAI P. (2003): Hiperspektrális technológia alkalmazhatósága a mezőgazdasági talajvédelemben. In: EU-Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság, Gödöllő.

PECHMANN I., TÓTH T., TAMÁS J., KARDEVÁN P., RÓTH L., BURAI P., KATONA ZS. (2003): Elterő talajsótartalmú növényzeti foltok elkülönítése hiperspektrális technológiával, In Tóth, G. szerk.: Földminősítési és földhasználati információ, Keszthely.

Idegen nyelvű lektorált konferencia: 8

PECHMANN, I. - JUHÁSZ CS.- TAMÁS J. (2002): Structure of environmental management systems and practical problems of system maintenance in agricultural production Fascicula Protectica Mediulni, Oradea. I.S.S.N. 1224-6555, p.p. 19-25

P. KARDEVÁN, Z. VEKERDY, L. RÓTH, ST. SOMMER, TH. KEMPER, GY. JORDAN, J. TAMÁS, **I. PECHMANN**, E. KOVÁCS, H. HARGITAI, F. LÁSZLÓ (2003): Outline of scientific aims and data processing status of the first hungarian hyperspectral data acquisition flight campaign, hyesns 2002 Hungary. Erasel, Germany 2003. CD-ROM

I. PECHMANN, J. TAMÁS. (2003): Evaluation of site-specific tillage with life cycle assessment, istro 16. Triennial conference: soil management for sustainability 2003.07.13-18. CD-ROM

I., PECHMANN J. TAMAS, P. TANYI, T. TOTH: (2003): Evaluation of agroecological buffer zones by hyperspectral and GIS methods in East-Hungary. BES Annual Meeting 2003. 09.09.-09.11. Manchester Metropolitan University.

TANYI, P., **PECHMANN I., NYAKAS A. (2003):** Biodiversity studies in a semi-natural, disturbed habitat. BES Annual Meeting 2003. 09.09.-09.11. Manchester Metropolitan University

P. TANYI, **I. PECHMANN (2004):** Biodiversity studies in seminatural disturbed habitats. Fascicula Protectica Mediulni, Oradea, in press.

BURAI P.; TAMAS J.; LÉNÁRT CS.; **PECHMANN I. (2004):** Usage of different spectral bands in agricultural environmental protection. ISPRS, Istanbul. CD-ROM

JUHÁSZ, CS.; TAMÁS J.; **PECHMANN; I**; BURAI, P.: (2005): Application of the lyfe cycle analysis as an agri-environmental protection tool for the sustainable land use. IV. Alps-Adria Scientific Workshop. 28 February - 5 March 2005, Portorož, Slovenia. Megjelent: Cereal Research Communications. Proceedings of IV. Alps-Adria Scientific Workshop. Portoroz, Slovenia, 28 february – 5 march, 2005. 77-80. p

Magyar nyelvű nem lektorált konferencia: 5

KOVÁCS E., **PECHMANN I.** (2000): Környezettudatos menedzsment rendszerek a mezőgazdasági szektorban (poszter „Ma diákjai – a jövő tudósai,, tudományos napos párbeszéd. 2000.11.06.Budapest).

PECHMANN I. (2001): Életciklus-elemzés lehetőségei a mezőgazdaságban. Anyagmérleg-készítés, mint az LCA segédeszköze. Nemzetközi Környezetvédelmi Diákkonferencia Mezőtúr. 2001. 187. p.

PECHMANN I. - TAMÁS J. (2001): Az Életciklus-elemzés (LCA) gyakorlati alkalmazása a mezőgazdaságban. Esettanulmány: Tedej Rt. XV. Országos Környezetvédelmi Konferencia Siófok. 2001. 258-259. p.

PECHMANN I. - TAMÁS J. (2001): Környezeti indikátorok gyakorlati alkalmazása a szántóföldi növénytermesztésben a Tedej Rt. példáján bemutatva. XV. Országos Környezetvédelmi Konferencia Siófok. 2001.

PECHMANN I., Tamás J., Katona Zs., Burai P., Tanyi P. (2003): Hiperspektrális technológiák alkalmazása a vegetáció-térképezésben. „A környezetállapot értékelés korszerű módszerei” tudományos konferencia, Gyöngyösorszi

Idegen nyelvű nem lektorált konferencia: 1

E. KOVÁCS - I. PECHMANN - J. TAMÁS: On site selection of plants for phytoremediation. XII. European Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Vienna, Austria. 2002. (poster) 176. p.

Jegyzet: 3

JUHÁSZ CS. - KOCZOR T. - PECHMANN I. (2001): Környezeti auditálás Környezetminőség és Menedzsment Távoktatási Program Kialakítása és Fejlesztése 3. Modul, DE ATC. 2001.

PECHMANN I. (2001): Ökocímkezés In.: Környezeti minőségbiztosítás (Szerk.:Juhász Cs.) Környezetminőség és menedzsment távoktatási program kialakítása és fejlesztése 1. modul, DE ATC. 2001. 134-145. p.

PECHMANN I. (2001): Környezeti indikátorok In.: Környezeti minőségbiztosítás (Szerk.:Juhász Cs.) Környezetminőség és menedzsment távoktatási program kialakítása és fejlesztése 1. modul, DE ATC. 2001. 145-154. p.