"AGRO-21" Füzetek

KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

Nyugat-Magyarország nagy- és középtájai

Kisalföld
14. Győri-medence
15. Marcal-medence
16. Komárom-Esztergomi-síkság

Nyugat-magyarországi peremvidék
17. Alpokalja
18. Sopron–Vasi-síkság
19. Kemeneshát
20. Zalai-dombság

Forrás: A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón

A TARTALOMBÓL

2005. 43. szám

„AGRO-21" FÜZETEK

KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

"AGRO-21" BROCHURES

CLIMATE CHANGE – IMPACTS – RESPONSES

„AGRO-21" HEFTE

KLIMAÄNDERUNG – AUSKUNGEN – LÖSUNGEN

«АГРО-21» БРОШЮРЫ

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА – ВЛИЯНИЯ – ОТВЕТЫ

SZERKESZTI:

CSETE LÁSZLÓ
c. egyetemi tanár

KIADJA:

AZ „AGRO-21" KUTATÁSI PROGRAMIRODA
1061 Budapest, Andrássy út 23.
Telefon/Fax: 342-7571
E-mail: csetel@mail.datanet.hu

FELELŐS KIADÓ:

LÁNG ISTVÁN
akadémikus

ISSN 1218-5329

Készült:
AKAPRINT KFT. BUDAPEST – Felelős vezető: Freier László

TARTALOM

TANULMÁNYOK

ÉGHAJLAT ÉS IDŐJÁRÁS: VÁLTOZÁS – HATÁS – VÁLASZADÁS

LÁNG ISTVÁN

Az elmúlt néhány évben világszerte felerősödött az érdeklődés a Föld éghajlatának változása és változékonysága iránt.

Egyértelművé vált, hogy a légkör, a szárazföld és a tengerek nagyon bonyolult kölcsönhatása következtében a történetileg kialakult éghajlati zónák elmozdulni látszanak, és mindez nagymértékben befolyásolja az egyes területeken élő emberek életfeltételeit.

Felismerték azt is, hogy az éghajlatnak esetleges tartós tendenciájú megváltozása nem csupán egy érdekes természeti jelenség, amelynek megismerésére jelentős tudományos kapacitásokat szükséges fordítani, hanem egyúttal környezeti, gazdasági és szociális következményekkel járó folyamat is.

Ezért a politikusok és a gazdasági-társadalmi kérdésekkel foglalkozó szakemberek is előbb-utóbb szembekerülnek ezzel a minőségileg új kihívással.

A továbbiakban ezekről a kérdésekről kívánok rövid áttekintést nyújtani. Nyilvánvaló, hogy a terjedelem nem tesz lehetővé elmélyült vizsgálódást, de a nagy összefüggések remélhetőleg láthatóvá válnak.

Négy problémakört érintek:

- történeti áttekintés a klímaváltozás előtérbe kerüléséről;
- kételyek, aggályok, problémák a klímaváltozás megítélésében;
- az alkalmazkodási stratégiák főbb elemei;
- a VAHAVA projekt és a hazai agrárgazdasági vonatkozások.

A hangsúlyt öt jelentős környezetpolitikai eseményre helyezem: a három ENSZ környezetvédelmi világkonferenciára (Stockholm, Rio de Janeiro, Johannesburg), a Brundtland Bizottság megállapításaira, valamint a Kiotói Értekezletre. Az öt esemény közül három esetben személyesen is jelen voltam, ezért a történéseket közelről szemlélhettem.

ENSZ KONFERENCIA AZ EMBERI KÖRNYEZETRŐL STOCKHOLM, 1972

A konferencia dokumentumaiban még nem szerepelt három olyan kulcsszó, amelyet manapság gyakran használunk, nevezetesen: a globális klímaváltozás, az üvegházhatású gázok, illetve a fenntartható fejlődés fogalma.

A levegő szennyeződésére természetesen már jelentős figyelmet fordítottak Stockholmban, és javasolták a megfelelő monitoring rendszerek kiépítését. Az elfogadott akcióterv javaslatai között az is szerepelt, hogy a Meteorológiai Világszervezet tanulmányozza a természeti erőforrások fokozódó mértékű felhasználásának meteorológiai folyamatokra gyakorolt hatását. Az ajánlások szerint meg kell vizsgálni a légköri szennyeződések klimatikus következményeit, de tisztázásra vár az is, hogy a természeti tényezők és az ember által okozott hatások milyen mértékben jelentkeznek.

Tehát Stockholmban, 1972-ben még nem foglalkoztak a globális klímaváltozás kérdéseivel.

KÖRNYEZET ÉS FEJLŐDÉS VILÁGBIZOTTSÁGA A BRUNDTLAND BIZOTTSÁG

Ez a Bizottság 1984 és 1987 között működött és elkészítette a „Közös Jövőnk" (Our Common Future) című jelentést, amely hangsúlyosan ajánlotta a világ figyelmébe a fenntartható fejlődést, mint új környezetpolitikai, gazdaságpolitikai és társadalompolitikai modell gondolatát. A Bizottság szorgalmazta, hogy a jövő alapvető cselevési vezérfonalát ez az új szemlélet határozza meg.

A Bizottság elfogadta a szakemberek azon körének véleményét, hogy a légkör CO_2 tartalmának növekedése globális klímaváltozáshoz vezethet. Ezért azt javasolták, hogy a kormányok vállaljanak kötelezettséget az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére.

ENSZ KONFERENCIA A KÖRNYEZETRŐL ÉS FEJLŐDÉSRŐL RIO DE JANEIRO, 1992

A klímával kapcsolatban három eseményt említhetünk meg.

A Riói Nyilatkozat rögzítette az elővigyázatosság elvét. Ennek megfelelően, ahol súlyos vagy visszafordíthatatlan kár fenyeget, a teljes tudományos bizonyosság hiánya nem használható fel indoklásként a környezetromlást megakadályozó intézkedések elhalasztására.

Az AGENDA-21 elnevezésű, és ajánlásokat összefoglaló dokumentum leszögezte, hogy a klímaváltozással kapcsolatos bizonytalanságok felszámolása érdekében szükség van a hiányzó tudományos, gazdasági és társadalmi tényezők feltárására.

Javasolták, hogy a kormányok támogassák a légköri folyamatokkal összefüggő problémák tudományos kutatását, beleértve az emberi egészségre, az ökoszisztémákra, a gazdasági ágazatokra és a társadalomra gyakorolt hatások mélyebb feltárását.

A Riói Konferencián elfogadták az „ENSZ Keretegyezmény az Éghajlatváltozásról" című, jogilag kötelező dokumentumot.

Sajnos, ez a keretegyezmény nem tartalmazott sem konkrét határidőket, sem emisszió-csökkentési számokat. Alapvetően a készséget és a jó szándékot fejezte ki az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának csökkentése érdekében.

KIOTÓI ÉRTEKEZLET ÉS JEGYZŐKÖNYV, 1997

Rió után a Klímaváltozási Keretegyezmény sok bírálatot kapott a kötelezettségek megjelölésének hiánya miatt. Kiotóban, 1997-ben kompromisszumos megállapodás történt: az iparilag fejlett országok vállalták, hogy az 1990-es szinthez képest 5,2 százalékkal csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását 2012-ig. A fejlődő országok nem vállalták ezt a kötelezettséget, mert attól tartottak, hogy ez visszafogja gazdasági fejlődésüket. Az Egyesült Államok törvényhozása nem ratifikálta a megállapodást. Az orosz vezetés hét évig lebegtette szándékát, és csak 2004 őszén csatlakozott a megállapodáshoz. Ily módon csak 2005. február 16-án lépett jogilag életbe a Kiotói Jegyzőkönyv.

Az Európai Unió átlagosan 8%-os csökkentést vállalt, Magyarország pedig 6%-ot azzal a könnyítéssel, hogy a bázisév 1987/88 lett.

ENSZ VILÁGTALÁLKOZÓ A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSRŐL JOHANNESBURG, 2002

A Nyilatkozat című dokumentum megemlítette, hogy „... az éghajlatváltozás káros hatásai már nyilvánvalóak, a természeti katasztrófák egyre gyakoribbak és pusztítóbbak..."

A Világtalálkozón résztvevő kormányok megerősítették elkötelezettségüket az üveg-

házhatású gázok légköri koncentrációjának stabilizációjában. Sürgették a Kiotói Jegyzőkönyv hatálybaléptetését és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését.

A kételyek és problémák rövid kifejtése

Bemutatok két jól ismert ábrát.

Az 1. ábrán a légkör szén-dioxid tartalmának változása látható az elmúlt évszázadokban. Ezer évig nincs változás, majd az 1800-as évektől kezdve meredeken emelkedik a CO_2 koncentrációja.

A 2. ábrán a Kárpát-medencei térség átlaghőmérsékletét mutatom be az elmúlt ezer év függvényében. Kisebb lehűlés volt a 16. és a 17. században, majd észrevehető hőmérsékletemelkedés a 19. századtól kezdve.

A két adatsor valóságtartalmát gyakorlatilag mindenki elfogadja, bár mindig akad kevésszámú okoskodó, aki azzal szerez nyilvánosságot, hogy mindig mindenre az ellenkezőjét mondja. Tehát a szakemberek túlnyomó többsége elismeri, hogy az ipari forradalom kezdete óta növekedett a légkör szén-dioxid tartalma, és a Föld felszínének átlaghőmérséklete is magasabb lett. A választóvonal azok között húzódik, akik elfogadják, hogy a két jelenség között okokozati összefüggés van, és azok között, akik ezt nem látják bizonyítottnak.

A klímaváltozással szembeni ellenérv lényege, hogy a Föld története során a klíma nagyon sokszor változott, ilyen változási tendencia ma is elképzelhető, de ez alapjában véve természeti jelenség, amihez az emberi ráhatásnak nincs köze. Ezzel az érveléssel elérkeztünk a vita valódi lényegéhez: jelentős-e az antropogén hatás aránya, vagy elhanyagolható a változások gerjesztésében. Ha ugyanis jelentős, akkor ellenintézkedésekre van szükség, ezek jellege pedig értelemszerűen szigorító és korlátozó jellegű lesz. A megszigorítást és korlátozást a gazdasági élet résztvevői nehezen viselik el. Ha az antropogén hatás aránya jelentéktelen és elhanyagolható, akkor lényegében véve minden mehet tovább úgy, ahogy eddig történt, legfeljebb kisebb korrekciókat kell végrehajtani. Ebben az esetben a gazdaság struktúráját nem kell megváltoztatni, a termelés és a fogyasztás jelenlegi módozatai nem igényelnek alapvető változtatást.

A klímaváltozás megkérdőjelezése így vezet el a jelenlegi „termelj többet, fogyassz többet" gazdaságpolitikai filozófia konzerválásához.

De reális-e feltételezni az egyre növekvő antropogén hatást? Minden bizonnyal igen. A földtörténeti korszakokban a természeti erők valóban okoztak jelentős változást, de az emberiség létszáma az utóbbi száz évben elképesztő gyorsasággal növekedett. Néhány adat: a Föld lakossága a 20. század elején 1,2 milliárd fő volt. Az évszázad közepén 2,5 milliárd fő, az évszázad végén pedig már túlhaladta a 6 milliárdot. A demográfiai prognózisok szerint a 21. század közepére biztosan eléri a 8–9 milliárd főt. Gondoljunk csak bele: ennek a hatalmas embertömegnek napi ellátása energiával, élelemmel, ivóvízzel, lakással és mobilitási lehetőséggel rendkívüli nyomást gyakorol a természeti környezetre. Az évente képződő biomassza 50%-át a trópusi esőerdők adják. Ugyanakkor a 20. század második felében kivágták a trópusi esőerdők 30%-át, aminek következtében jelentősen csökkent a Föld növényzetének szén-dioxid lekötő képessége.

Én azok közé tartozom, akik nem mentik fel az emberiséget az alól a felelősség alól, hogy mindez, az utóbbi 100–150 évben eltüzelt fosszilis energiahordozó, illetve a világ erdőinek drasztikus csökkentése – a természeti folyamatok hatásaival együtt – igenis hozzájárult a klímaváltozáshoz. De magát a klímaváltozást nem tartom csupán környezetvédelmi problémának. Ezt a jelenséget, komplex hatásait illetően, a fenntartható fejlődés megvalósítását korlátozó tényezőnek tekintem. A CO_2 emisszió csökkentése a mennyiségében véges természeti erőforrások racionális használatát segíti elő. Érdemes tehát arra törekedni, hogy kevesebb CO_2 jusson a légkörbe az emberi tevékeny-

ség következtében. Van, aki ezt klímavédelemnek tekinti, van, aki erőforrás-védelemnek, van, aki mindkettőnek.

2005. január 1-től az Európai Unióban bevezették a szén-dioxid kibocsátás kvótakereskedelmét. A Kiotói Jegyzőkönyv kötelezettség-vállalásai alapján a tagországokban egyes vállalatokra szén-dioxid kibocsátási kvótákat határoztak meg. Ha ennél kevesebbet bocsát ki, a különbséget eladhatja másnak, ha többet, akkor szabad kvótát kell vásárolnia. A rendelkezés hatálya alá tartoznak a 20 megawattnál nagyobb hő- vagy villamosenergia-termelő tüzelőberendezések, olajfinomítók, a vaskohászat és acéltermelés, a cement-, az üveg- és az építőanyag-gyártás, valamint a papíripar nagyobb gyáregységei. Magyarországon 264 létesítmény tartozik ide. Ezek a teljes hazai széndioxid kibocsátás 40%-át adják. A 25 uniós tagországban összesen 12 ezer céget érint az új szabályozás.

Az ipari cégek, ahogy az várható volt, mindenhol tiltakoznak az intézkedés ellen, mondván, hogy ez csökkenti a versenyképességüket. Mivel 2010 után további szigorítások várhatók, a folyamat előrevetíti a jelentős gazdasági konfliktusok valószínűségét.

Magyarország egyébként jelenleg 30% kvóta-felesleggel rendelkezik – egy tonna CO_2 egységára 4–10 euró körüli értéket jelent. Becslések szerint mintegy 10–17 milliárd forintot ér évente ez a tartalék.

Az alkalmazkodási stratégia főbb elemei

A klímavédelem leghatékonyabb eszköze az üvegházhatású gázok légkörbe jutásának csökkentése. Az ilyen jellegű intézkedések kulcsszava az angol nyelvű szakirodalomban a „mitigation" kifejezés. A szélsőséges időjárási események, illetve a kialakuló klímaváltozás hat a környezetre és a társadalomra. A hatás kulcsszava az „impact", amely az esetek többségében kedvezőtlen, de olykor lehet kedvező is. A káros hatások mértékét a sebezhetőség, a „vulnerability" fogalma adja meg. A káros hatások válaszintézkedéseket igényelnek, amelyeket a „responses" kifejezéssel illetnek. A válaszadás gyűjtőfogalma az alkalmazkodás, vagyis az „adaptation", amely lehet megelőző intézkedés is, amennyiben arra irányul, hogy a bizonyosan bekövetkező káros hatást eleve mérsékelje, minimalizálja.

Az alkalmazkodási stratégiák kidolgozása a közelmúltban került a szakmai és a politikai szervezetek figyelmének központjába. Ennek oka az a felismerés, hogy a légkör CO_2 tartalmának csökkentésére vonatkozó minden tiszteletreméltó és indokolt erőfeszítés ellenére a helyzet ezen a téren globális mértékben nem javult, hanem romlott, és folyamatosan romlik. Ezért nagy szükség van olyan helyi és regionális intézkedésekre, amelyekkel megelőzhetik a várható károkat, de legalább minimalizálhatják azokat, felkészülnek a károk gyors elhárítására, illetve lehetőséget teremtenek a pénzügyi és technikai áthidaló megoldásokra.

Az alkalmazkodási stratégiák kidolgozását és megvalósítását nehezíti az a tény, hogy a szélsőséges időjárási események és az esetleges éghajlatváltozási folyamatok nem jelennek meg szabályos időközökben, hanem sokszor kiszámíthatatlanok és előrejelzésük is bizonytalan.

Bizonyos tendenciák a múlt adataiból körvonalazhatók, de a meteorológusok szerint nincs garancia arra, hogy a jövő időszaka megismétli az elmúlt időszakokat. Ez igaz, miként az is, hogy arra sincs garancia, hogy a jövőben nem lesznek szélsőséges időjárási események, márpedig ha ez így van, akkor indokolt tudatosan felkészülni azokra, hogy ne érjenek bennünket váratlanul és felkészületlenül a természeti jelenségek.

Az árvízvédelem esetében elfogadott és érvényesített elv, hogy a jövőben is lehetséges a gyorsan levonuló nagy víztömegek megjelenése, ezért a védekezés alapvető eszközeit akkor kell kiépíteni, amikor még nyoma sincs az árvíznek.

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSI KERETEGYEZMÉNYBEN RÉSZTVEVŐ ORSZÁGOK ÉVES KONFERENCIÁJA BUENOS AIRES, 2004. DECEMBER

Az Argentínában rendezett Konferencián *Persányi Miklós* töltötte be a Konferencia elnöki tisztét. A rendezvény főbb dokumentumait *Faragó Tibor* minisztériumi főcsoportfőnök segítségével megkaptam. Ebből idézek néhány megállapítást.

A Konferencia határozatai között kiemelt formában jelent meg az alkalmazkodási intézkedések kidolgozásának szükségessége, elsősorban a klíma-érzékeny és ezért sebezhető szektorokban. Az Európai Unió állásfoglalásából idézem az alábbiakat: a hitelesség kedvéért angolul is megadom a kulcsfontosságú megállapításokat.

Adaptation to climate change has a key role to play in protecting investments to promote sustainable development and to reduce vulnerability.

Vagyis: a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás kulcsszerepet játszik a beruházott értékek védelmében, hogy azok elősegíthessék a fenntartható fejlődést és csökkenthessék a sebezhetőséget.

A key part of any adaptation strategy must be mitigation.

Minden alkalmazkodási stratégia kulcseleme az üvegházhatású gázok csökkentése.

Postponing mitigation will increase the need for adaptation.

A csökkentés elhalasztása növelni fogja az alkalmazkodáshoz való igényeket.

A Konferencia alkalmából jelent meg a UNDP és a Global Environment Facility 258 oldalas kiadványa:

Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures.

Vagyis: Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási politika keretei: stratégiák, eljárások és intézkedések fejlesztése.

Azt hiszem, hogy a továbbiakban ez a kiadvány lesz a módszertani alapja az alkalmazkodási eljárások kidolgozásának.

Részletes ismertetésre most nincsen lehetőség, ezért csak a négy alapelvet, illetve a stratégiák öt legfontosabb alkotóelemét említem meg.

Az alapelvek

1. A rövid távú éghajlati változékonysághoz és a szélsőséges időjárási eseményekhez való alkalmazkodás a kiinduló pontot jelenti a hosszú távú klímaváltozás okozta sebezhetőség csökkentéséhez.
2. Az alkalmazkodás a társadalom különböző szintjein valósul meg, beleértve a lokális szintet is.
3. Az alkalmazkodási politikát és intézkedéseket a fejlesztésekkel összhangban kell kimunkálni.
4. Az alkalmazkodási stratégia és a stratégiát megvalósító érdekcsoportokkal való kapcsolat egyaránt fontos.

Az alkalmazkodási politika keretének öt legfontosabb eleme

Scoping and designing an adaptation project. Vagyis az alkalmazkodási projekt felépítése és megtervezése. Rendkívül fontos, hogy a projekt jól integrálódjon a nemzeti fejlesztési és tervezési rendszerekbe.

Assessing current vulnerability. Magyarul: a jelenlegi általános sebezhetőség értékelése.

Assessing future climate risk. Tehát a jövőben fellépő éghajlati kockázatok értékelése.

Formulating an adaptation strategy. Vagyis az alkalmazkodási stratégia kidolgozása.

Continuing the adaptation process. Ami nem más, mint az alkalmazkodási folyamat fenntartása, folytatása, és itt jelenik meg a végrehajtás, az ellenőrzés, a szükséges javítás vagy korrigálás

Ezek a módszertani szempontok jól hasznosíthatók a hazai klíma-stratégia kidolgozásában is.

A HAZAI KUTATÁSI PROJEKT, A VAHAVA

Másfél évvel ezelőtt a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium és a Magyar Tudományos Akadémia vezetői megállapodtak három új kutatási projekt indításában. Az első a környezetállapot értékelésével, a második a fenntartható vízgazdálkodással, a harmadik a klímaváltozás hazai hatásaival és az arra adandó válaszokkal foglalkozik. Ez utóbbi vezetésére én kaptam megbízást. A projekt szűkebb szervező csoportjába tartozik *Csete László* és *Jolánkai Márton*. A munkát 16 tagú Tudományos Tanács segíti.

A VAHAVA projekt időtartama 3 év. Ez a projekt nem vállalkozik arra, hogy eldöntse, van-e klímaváltozás vagy sem, illetve hogy lesz-e klímaváltozás vagy nem. Mi az elővigyázatosság elvéből indulunk ki és megkíséreljük elősegíteni a felkészülést egy olyan változás hatásainak megfelelő kezelésére, amelynek bekövetkezése nagy valószínűséggel prognosztizálható. Mi stratégiák és döntések előkészítését vállaljuk és érdeklődéssel figyeljük, hogy milyen vita folyik a klímaváltozás kérdéseiről. Ugyanakkor azt is tudjuk, hogy jelentős bizonytalansági tényezők vannak. Ha az egyik évben nagy aszály volt, nem biztos, hogy a következő évben is hasonló helyzet áll elő. Jó példa erre a 2003. év rendkívül meleg és száraz időjárása, illetve a 2004. év csapadékosabb és kevésbé meleg nyara. Mindez megnehezíti a döntéshozók helyzetét.

Ennek ellenére cselekedni kell, mert egészen biztosan előfordulnak váratlan és kedvezőtlen események. Ezért a stratégiai jellegű javaslatoknál lehetőleg keresni kell az olyan intézkedéseket, amelyek különböző időjárási variánsok esetében egyaránt eredményesek lehetnek. Az angol szakirodalom ezt hívja „vin-vin" típusú intézkedésnek. Ilyen például az esernyő, amely eső ellen is véd, de az erős napsütést is enyhíti, ha fejünk fölé tartjuk. A gazdasági élet területén sok esetben meg lehet találni az ilyen megoldásokat. Ilyen például az altalaj-lazítók használata, vagy a csapadékot talajba juttató földművelési rendszer.

A VAHAVA projektben a figyelem nem csupán a hosszú távú változásra való felkészülésre irányul, hanem jelentős hangsúlyt kap a rövid távon bizonyosan jelentkező szélsőséges időjárási események megelőzése, illetve az okozott károk felszámolása. Indokolja ezt a magatartást az is, hogy ugyanezen időjárási hatás egyre nagyobb értékeket tehet tönkre. Egy váratlan és nagy intenzitású jégeső ma több kárt okoz a gépkocsikban, mint mondjuk 20 évvel ezelőtt, egyszerűen azért, mert több és drágább gépkocsit használunk.

A VAHAVA projekt két stratégiai célja

1. Felkészíteni a magyar társadalmat egy valószínűsíthető melegebb és szárazabb időszakra.

2. Létrehozni olyan gyorsan reagáló technikai, pénzügyi, szervezési feltételeket, amelyek alkalmasak a váratlanul jelentkező szélsőséges időjárási események káros hatásainak megelőzésére, illetve kezelésére.

A VAHAVA projekt módszertani jellegzetességei

1. Nagyrendszer-szintézis – vagyis a meglévő hazai és részben nemzetközi ismeretek, információk, adatok összegyűjtése és szintetizálása. A projekt célkitűzéseinek megfelelő ilyen nagyrendszer-szintézis hazánkban eddig még nem készült.

2. Interdiszciplináris és interszektorális szemlélet. – Ez azt jelenti, hogy a projekt áttekintést kíván adni gyakorlatilag az összes gazdasági szektorról, illetve az időjárással és éghajlattal összefüggő társadalmi vonatkozásokról.

3. Széleskörű partnerségi kapcsolatok kiépítése. – A más tárcák által finanszírozott kutatási programokkal, a különböző szakmai és társadalmi szervezetekkel már létrejöttek az együttműködések.

Végezetül pedig, a VAHAVA projekt szeretne hozzájárulni ahhoz, hogy az Országgyűlés egy-két éven belül fogadjon el egy olyan dokumentumot, amely a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia címet viselhetné.

Néhány gondolat az agrárgazdaság területéről

Az MTA Agrár-műszaki Bizottsága a múlt év októberében megvitatta és elfogadta „A klímaváltozás befolyása a mezőgazdasági és erdőgazdálkodási technológiák gépesítési feladataira" című tanulmányt.

A tanulmány segítette a VAHAVA projekt munkáját, amelyet ezúton is szeretnék megköszönni a Bizottságnak, és az abban szereplő ajánlásokat további munkánkban hasznosítani fogjuk.

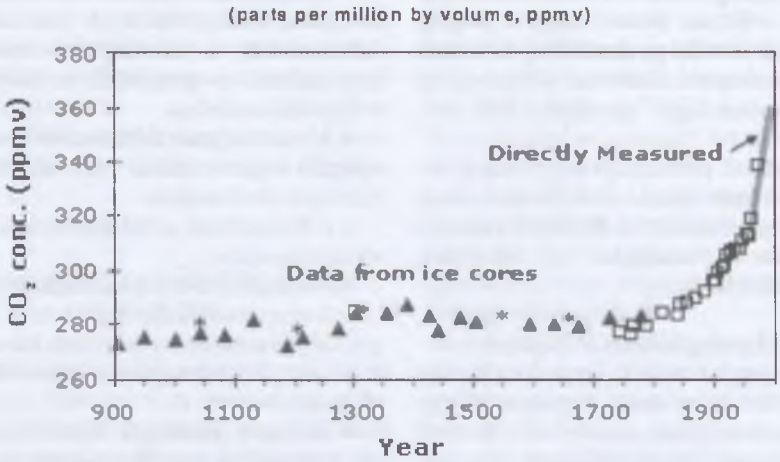
Szeretnék még röviden felsorolni néhány olyan további területet, amelyben lehetőség kínálkozik az alkalmazkodásra:

- Az abiotikus stresszhatásokat jobban tűrő fajták, esetenként fajok szélesebb körű felhasználása a növénytermesztésben, a kertészetben, a gyepgazdálkodásban és az erdőgazdálkodásban.
- A vízkészletek fokozottabb megőrzését szolgáló agrotechnikai és hidrotechnikai eljárások alkalmazása.
- A hőségtűrést javító állattartási módszerek kiterjesztése.
- A terméktároló kapacitások növelése.
- A természeti katasztrófák és a szélsőséges időjárási események okozta károk enyhítését szolgáló biztosítási rendszerek választékának bővítése.
- Országos pénzügyi alap létrehozása a károk megelőzésére, illetve enyhítésére.
- Kutatási és fejlesztési támogatások növelése.
- Az időjárással és a klímával összefüggő oktatási, ismeretterjesztési és szaktanácsadási feladatok ellátása.

A felsoroltak nyilván nem teljes körűek. A további szakmai viták majd felszínre hozzák a további lehetőségeket, és majd formálódnak a prioritások is.

A természetben fantasztikusan nagy erők szunnyadnak. Pillanatok alatt elképesztő energiák szabadulhatnak fel, amelyek rettenetes pusztításokat végezhetnek. Gondoljunk a közelmúlt eseményeiből például a Tátrai Nemzeti Parkot ért szélviharra, vagy a Dél-Ázsia térségeit tönkretevő szökőárra. Legyünk tehát előrelátóak, megfontoltak, nehogy további veszélyeket gerjesszünk a természeti környezetben.

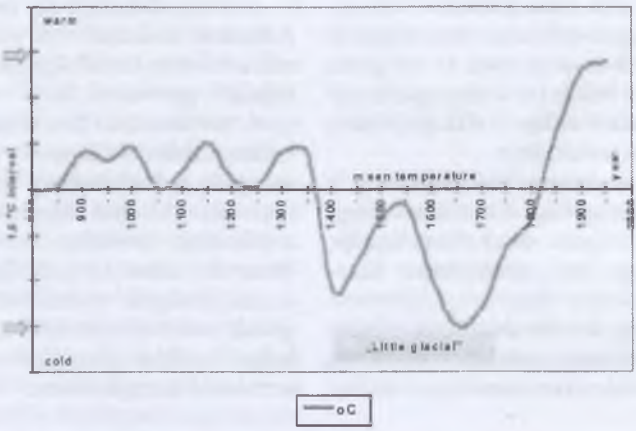
1. ábra



Source: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)
(http://cdiac.esd.ornl.gov/)

A CO_2 koncentráció trendje az elmúlt ezer évben

2. ábra



Átlaghőmérséklet-változás a Kárpát-medencében

KLÍMAVÁLTOZÁSOK LEHETSÉGES TALAJTANI HATÁSAI A KISALFÖLDÖN

VÁRALLYAY GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországra vonatkozóan a globális klímaváltozások hatásai nehezen prognosztizálhatóak, hisz a Kárpát-medence három fő éghajlati zóna (atlanti, mediterrán, kontinentális) találkozási területe, ahol ezek hatásai gyakran keverednek, módosulnak, térben és időben igen változatos időjárási helyzeteket eredményeznek. Ismeretes azonban gazdaságunk és életünk, mezőgazdasági termelésünk lehetőségei és korlátai, valamint környezetünk állapota nagymértékben ennek a függvénye, a várható változásokra nekünk is időben kell felkészülnünk, megfelelő beavatkozási–alkalmazkodási alternatívákkal. A hazai törekvéseket segítheti a nemzetközi együttműködés.

Összehangolt hazai mezőgazdasági vízgazdálkodási kutatásainknak a globális klímaváltozások közvetlen (hazánkban bekövetkező) és közvetett (más térségekben bekövetkező klímaváltozások gazdasági következményei) hatásainak elemzésére és kezelésére egyaránt megfelelő módszereket, válaszokat kell kidolgoznia országos és térségi szinten egyaránt, mert ez az időben történő alkalmazkodás alapvető feltétele.

A PROGNOSZTIZÁLT KLÍMAVÁLTOZÁSOK LEHETSÉGES TALAJTANI KÖVETKEZMÉNYEI

Az ember sokoldalú tevékenysége jelentős változásokat eredményezett a Föld természeti viszonyaiban. A bioszférát érintő változások különösen az utóbbi évszázadban, s ezen belül is az utóbbi évtizedekben gyorsultak fel, okoznak egyre fenyegetőbb veszélyeket *(Csete, 2003, 2004; Lal et al., 1995a,b; Watson et al., 1995)*.

A levegő CO_2-koncentrációja az iparosodás óta eltelt 100–120 év alatt 25–30%-kal nőtt (250–270 ppm → 320–350 ppm) és évi növekedési üteme jelenleg 0,5% körüli. A főleg fosszilis tüzelőanyagok felhasználásából és az erdőirtásokból adódó fokozott emissziót (6,5–7,5 Gt szén évente) az óceánok és a terresztris ökoszisztémák CO_2-fogyasztása (3,5–4,0 Gt/év) nem tudja ellensúlyozni, a fennmaradó különbözet +3,0–3,5 Gt/év. De ugyanígy növekszik a többi, ún. „üvegházhatású gáz" koncentrációja is légkörünkben. A kibocsátás korlátozására irányuló nemzetközi egyezményeket nehéz elfogadtatni, még kevésbé betartatni. A legutóbbi években meginduló CO_2-kibocsátás kvóta kereskedelem is csak eseti és helyi kezdést jelenthet *(Faragó – Kerényi, 2004)*.

A levegő összetételének megváltozása miatt a szakemberek egy része a következő 50–100 évben mintegy 2–5 °C-os (0,1–0,8 °C/10 év mértékű) átlagos *globális felmelegedést* prognosztizál. Az előrejelzésekhez használt globális cirkulációs modellek ugyanakkor azt is jelzik, hogy ez a hőmérséklet-változás nagy tér- és időbeni változatosságot mutat. Egyesek – bizonyos területeken – egyenesen hűlést, sőt „eljegesedést" jósolnak. Egyetértés talán csak abban van, hogy a szélsőséges időjárási helyzetek valószínűsége nő, azok mértéke, tartama, gyakorisága, hatása fokozódik *(Watson et al., 1995; Lal et al., 2005a,b)*.

Még bizonytalanabb természetesen *a csapadékviszonyok* előrejelzése. A feltételezett felmelegedés első időszakában az átlagos globális csapadék mennyisége várhatóan csökken, s egyidejűleg fokozódik tér- és időbeni variabilitása. A kevesebb csapadék és a nagyobb (potenciális) evapotranszspiráció miatt nő a globális ariditás: egyre nagyobb területeken és egyre gyakrabban kell aszály bekövetkezésével számolni. Később a világtengerekből történő fokozott párolgás miatt jelentősen módosul az egész Föld cirkulációs rendszere, s ez ismételten és jelentősen átrendezi a szárazföldekre hulló csapadék mennyiségét és eloszlását. De a páratartalom és felhőzet módosításán keresztül mindez visszahat a hőmérséklet-viszonyokra is. A többszörösen áttételes hatások prognosztizálása ma még nem megoldott, s az ezt célzó modellek igen nagy bizonytalansággal terheltek.

Ha már az éghajlati elemek (hőmérséklet, csapadék, s azok tér- és időbeni megoszlása) előrejelzése is ilyen bizonytalan, akkor érthető, hogy *a talajtani–földhasználati–vízgazdálkodási prognózis* reálisan nem vállalkozhat többre, mint néhány lehetséges, feltételezhető éghajlati helyzet következményeinek a felvázolására.

Az 1. ábrán az éghajlat fontosabb elemeinek (levegő összetétele, hőmérsékleti és időbeni ingadozása; csapadék formája, mennyisége, intenzitása, tér- és időbeni megoszlása) közvetlen és közvetett hatásait foglaltuk össze a talajképződési folyamatokra. Ezek közül legfontosabbak a következők *(Varga-Haszonits, 2003; Varga-Haszonits et al., 2000; Várallyay, 1990a,b,c, 1992a, 1998, 2002)*:

1. A hőmérséklet-változások hatására a nagy *természetes vegetációs övezetek* határa a sarkvidékek felé tolódik. Például az északamerikai kontinensen a tűlevelű erdők zónájának 25–200 km/100 év „sebességű" északra tolódását prognosztizálják. Mivel a természetes vegetációnak nem minden eleme képes ilyen gyors változásokat követni, várható fajösszetételének, diverzitásának, populáció-dinamikájának, produkciójának, sőt esetleg típusának megváltozása is. Az ökoszisztéma változásai pedig természetesen a talajok anyagforgalmának megváltozásában is kifejezésre jutnak.

2. A felmelegedés hatására elolvad a sarkvidékek jégsapkáinak egy része (részben helyben, részben a leúszó jéghegyek olvadásán keresztül); megváltozik a talajfagy határa, s „kienged" az állandó talajfagy által helyhez kötött talajnedvesség egy hányada; végül feljebb tolódik a hegyvidékek örök hóhatára, a gleccserek egy része elolvad, megváltoztatva a hóolvadékból származó lefolyás-viszonyokat, az ebből táplálkozó folyókon levonuló árhullámok jellegét, nagyságát, tartósságát, időpontját.

3. Fenti okok, valamint a *világtengerek* felmelegedését követő térfogat-növekedés miatt azok *átlagos vízszintjének* 0,2–1,4 m *emelkedésével* lehet számolni. Ez néhány országban (például néhány szigetországban, lapos deltavidéken, vagy Hollandiában) igen komoly megelőző intézkedéseket követel; széles, kis esésű, lapos tengerpartok közvetlen víz alá kerülését jelenti; végül nagykiterjedésű területeken eredményezi *sós és szikes talajok kialakulását* az időszakos tengervízborítás, valamint a tengervízzel kapcsolatban álló sós talajvíz szintjének megemelkedése hatására. A sófelhalmozódási és szikesedési folyamatoknak egyébként a növekvő ariditás is kedvez, tehát azok terjedésére és erősödésére a szárazföldi területeken is számítani lehet.

4. Az éghajlati elemek és a növényzet megváltozása természetesen jelentős mértékben befolyásolja *a területi vízmérleget és a talaj vízháztartását,* amelynek elemeit a 2. ábrán, várható változásainak tendenciáit pedig az 1. táblázatban foglaltuk össze – leegyszerűsítve 4 alapvető klíma szcenárióra vonatkozóan (*Várallyay, 1988*).

A növekvő hőmérséklet például:

a) növeli a fizikai párolgást; valamint a transzspirációt (ha a növényállomány kiala-

kulását és párologtató képességét nem akadályozza csapadékhiány, vagy talajtani okok miatti szárazság);

b) fentiek miatt mérsékli a felszíni lefolyást, a beszivárgást és a talajban hasznosan tározott víz mennyiségét, növeli az adott termőhely aszályérzékenységét;

c) csökkenti a fagyhatást, s annak kedvező (rögaprózás) és kedvezőtlen (beszivárgás és növényi vízfelvétel akadályozása) következményeit *(Várallyay, 1992a, 2003)*.

A csökkenő mennyiségű csapadékból

a) kevesebb folyik el a felszínen, de a talajba is kevesebb szivárog és kisebb mennyiség áll a növények rendelkezésére;

b) nő a termőhely aszályérzékenysége;

c) kisebb a víz okozta, de nagyobb a szél okozta erózió veszélye.

5. Az éghajlat, a növényzet és a területi vízmérleg változásaival együtt jár a talajban végbemenő anyag- és energiaforgalom, *a talajképződési és talajpusztulási folyamatok* megváltozása. Az ezek eredményeképpen a talajtulajdonságokban bekövetkező változások tulajdonképpen két tényezőtől függnek: a hatás(ok) mértékétől, valamint az adott talajtulajdonság stabilitásától, változékonyságától, ami igen széles határok között mozog. Egyes *talajtulajdonságok* változása évezredeket vesz igénybe (pl. a szervesanyag-tartalom, agyagásvány-összetétel, adszorpciós viszonyok); ismét mások évek során változnak (pl. a kémhatásviszonyok, mészállapot, szikesedési viszonyok); vagy éppen jellegzetes szezondinamikát mutatnak, esetleg egyes emberi beavatkozások hatására gyorsan módosulnak (szerkezeti állapot, tömődöttség, nedvességtartalom, tápanyagtartalom). A globális előrejelzés a változékony talajtulajdonságokra vonatkozóan értelmetlen és szükségtelen. Még a változások tendenciáinak prognosztizálása is meglehetősen bizonytalan valószínűsítés csupán *(Lal et al., 1995a,b; Várallyay, 1990a,b,c; Várallyay, 1992a, 1998)*.

6. Ilyen valószínűsítést kíséreltünk meg összefoglalni arra vonatkozóan, hogy a feltételezhető négy alapvető éghajlati szcenárió bekövetkezése várhatóan milyen változásokat eredményez a legfontosabb *talajdegradációs folyamatokban:* 3. ábra *(Várallyay, 2003)*.

7. A termőhelyi viszonyokban bekövetkező változásokra az ember kétféleképpen reagálhat: vagy megváltoztatja (megelőzi, módosítja) azokat, vagy racionális talajhasználattal alkalmazkodik azokhoz. A megváltoztatás egyrészt csak bizonyos határok között lehetséges, többnyire költséges, másrészt gyakran káros környezeti mellékhatásokkal jár. Globális változások esetében ezért ennek az alternatívának korlátozottak a reális esélyei. Az alkalmazkodás ugyanakkor felkészülést igényel, szocio-ökonómiai következményekkel, társadalmi mozgásokkal jár. Megváltoznak a mezőgazdasági termelés lehetőségei és korlátai, s ennek természetesen jelentős társadalmi következményei vannak. Mindezek azután visszahatnak az egész körfolyamatra, legalábbis annak jelentős részére, s egy adott helyen, adott körülmények között bekövetkező változások így jönnek létre *(Csete, 2003, 2004; Csete – Várallyay, 2004; Varga-Haszonits, 2003; Varga-Haszonits et al., 2000)*.

TALAJKÉPZŐDÉSI TÉNYEZŐK, FOLYAMATOK ÉS TALAJOK A KISALFÖLDÖN

A Kisalföld mintegy 5400 km^2-es területe Magyarország természetföldrajzi tájbeosztása szerint 3 középtájat, benne 12 kistájat foglal magában, az alábbi százalékos *megoszlásban (Marosi – Somogyi, 1990; Stefanovits, 1963, 1992)*:

1. Győri-medence (47%): Szigetköz (7%), Mosoni-sík (8%), Fertő-medence (2,8%), Hanság (8,4%); Rábaköz (20,8%): Kapuvári-sík (10,4%), Csornai-sík (10,4%).

2. Marcal-medence (28,3%): Marcal-

völgy (3,7%), Kemenesalja (3,7%), Pápa–Devecseri-sík (20,9%).

3. Komárom–Esztergomi-síkság (24,7%): Győr–Tatai-teraszvidék (10,4%), Igmánd–Kisbéri-medence (12,4%), Almás–Táti-Duna-völgy (1,9%).

A terület éghajlata környezeténél szárazabb, szélsőségesebb, jellegzetesen kontinentális: a nyári–téli hőmérséklet-ingadozás nagy; a csapadék évi átlagos mennyisége 550–600 mm, amelyből a nyári félévre 300–350 mm, a tenyészidőszakra 250–300 mm esik. Jellegzetes a csapadék nagyon szeszélyes tér- és időbeni megoszlása, gyakori a „klimatikus aszály". A terület nagy részének vízmérlege negatív: a párolgási veszteséget a medenceperemek felőli oldalirányú beszivárgás tartja egyensúlyban, ami a talaj anyagforgalmában a felhalmozódási folyamatoknak (karbonátok, szerves anyag) kedvez.

A Kisalföld felszíni *geológiai felépítését* tekintve nagy kiterjedésű árterekre, teraszokra, hordalékkúp-síkságokra és vékonyabb-vastagabb lösszel fedett halomvidékekre osztható. Ennek a felépítésnek egyaránt oka és következménye a terület sajátos *vízrajza és hidrológiai viszonyai*, amely jelentős hatással volt a talajképződési folyamatokra.

A Kisalföldön több talajképződési sor és azok szinte minden lépcsője megfigyelhető *(Várallyay, 1992b)*:

(A) *Idő-sor (kronoszekvensz)* a rendszeresen ismétlődő áradások, víz- és iszapborítások megszűnése, illetve a zavartalan talajképződés megindulása óta eltelt idő függvényében:

→ hidromorf talajtípusok
nyers öntés → öntéstalaj → humuszos öntéstalaj →
→ terasz csernozjomok

(B) *Toposzekvenszet követő hidromorf sor* a felszíni és felszín alatti vizek talajképződésre gyakorolt hatásának intenzitása függvényében:

csernozjom → réti csernozjom → csernozjom réti talaj → réti talaj → lápos réti talaj → láptalaj

(C) *Kilúgzási sor* a talaj kilúgzottságának mértékétől függően:

agyagbemosódásos barna erdőtalaj → barnaföld (Ramann-féle barna erdőtalaj) → csernozjom barna erdőtalaj

Fenti talaj-sorokat színesíti tovább a nagytáj nyugtalan felszínű dombvidéki területein *a talajerózió* hatása, amelynek szintén minden fokozata megfigyelhető *(Stefanovits, 1963)*.

A kronoszekvensz fejlődési sebessége függ a lerakott öntésanyag mechanikai összetételétől, kémhatás-viszonyaitól és karbonáttartalmától, „eredeti" szervesanyag-tartalmától, a megtelepedett növényzet karakterétől, illetve a mezőgazdasági hasznosítás módjától, az alkalmazott agrotechnikától. A humuszos öntéstalajok fejlődésének további irányát a talaj nedvességforgalma, átnedvesedési viszonyai határozzák meg. Ez az adott területen két tényező függvénye:

– a talajvízszint terep alatti mélysége és időbeni ingadozása;
– a talaj felszíne és a talajvízszint közti talajszelvény rétegezettsége és a rétegek vízgazdálkodási tulajdonságai.

A talaj vízháztartásának alakulása a Kisalföld dunai kavicsteraszán

Amennyiben a talajvíz finomszemcsés üledékrétegekben áll, szintje ebben ingadozik és felszín közelben marad (illetve nem süllyed jelentősen), úgy a talajfejlődés további iránya a réti talajképződés felé megy végbe, a térszíni fekvés toposzekvenszének megfelelően. Ez figyelhető meg a Lajta, Rába, Rábca, Répce és Marcal alluviális területein. Ha viszont a talajvíz durvaszemcsés üledékanyagban (kavics, murva) fordul elő, úgy még a viszonylag felszín közeli talajvíz sem hat a fedőréteg talajképződési

folyamataira, hisz akadályozott e fedőréteg talajvízből történő kapilláris vízellátása, folyamatos vagy rendszeres alulról történő átnedvesedése. Ilyen esetekben a humuszos öntéstalajok fejlődése az ún. terasz-csernozjomok kialakulása irányában megy végbe. Jellegzetes példája figyelhető meg ennek a Duna hatalmas kavicsteraszán (4. ábra) *(Várallyay, 1992b)*.

A talajképződési tényezők hatása alatt végbemenő talajképződési folyamatok összhatásának eredményeképpen jött létre a Kisalföld változatos, nagy térbeli variabilitást, horizontális (foltosság) és vertikális (rétegezettség) heterogenitást mutató talajtakarója. Ennek vázlatos térképét mutatjuk be az 5. ábrán. A talajok főbb tulajdonságainak területi megoszlását pedig – a Kisalföld 3 középtájára vonatkozóan – a 2. táblázatban foglaltuk össze *(Láng et al., 1983; Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Marosi – Somogyi, 1990; Stefanovits, 1963)*.

A Kisalföld talajviszonyai – leegyszerűsítve – az alábbiak szerint jellemezhetőek:

(1) Győri-medence

A Győri-medence a Kisalföld legerőteljesebben süllyedő területe.

A Szigetköz a Duna főmedre és a Mosoni-Duna közt terül el. Öntéstalajok borítják, amelyek között az elhumuszosodás mértékében és a mechanikai összetételben, az öntésanyag iszapos vagy homokos jellegében van különbség. A nagyobb területre jellemző erősebben humuszos talajok már a réti öntésekhez tartoznak. Ezek nedvességforgalmára a felszíni vizek csökkenő hatása mellett a felszín közelben ingadozó talajvíznek volt és van jelentős hatása.

A Mosoni-síkság délről csatlakozik a Szigetközhöz. Magasabban fekvő részei a Duna régebbi kavicsteraszai. Jóllehet a talajvíz itt sem mély, de gyakran kavicsban áll, így nincs (jelentősebb) hatása a vékonyabb-vastagabb finom fedőrétegben végbemenő talajképződési folyamatokra. Ilyen körülmények között alakultak ki a terasz csernozjomok. Ahol a talajvíz finom fedőrétegben áll, ott réti csernozjomok képződtek. A talajok egyébként általában jó termékenységét a kavicsréteg felszín közeli megjelenése miatti sekély termőréteg korlátozhatja, s teheti a talajt aszályérzékennyé, sülevényessé.

A Fertő–Hanság-medence az ország legnagyobb lápterülete. Felszínén a nyílt vízterületek mellett a nádasoktól kezdve a tőzeg, tőzeges és kotus láptalajokon át a lápos réti talajokig a teljes talajlánc megtalálható. A Fertő tó partján még a szikesedés is megfigyelhető. A terület nagy részét lecsapolták, telkesítették. A kiszáradt felszínt – mely jórészt könnyű, sok szerves anyagot tartalmazó kotuból áll - könnyen pusztítja a szél.

A Rábaköz a Rába és a Répce öntésterületét foglalja magában. Felépítése nem egységes, talajai igen változatosak, részben savanyúak. Délen a folyók öntései fokozatosan mennek át mind humuszosabb réti öntésekbe. Észak felé egyre több a réti talaj, egyre erősebb a humuszosodás, egyre kötöttebbek a talajok.

(2) Marcal-medence

A Marcal-medence nagy részét a Rába és *a Marcal* negyedkori kavicstakarója, a mélyebb fekvésű területeken fiatalkori alluviuma és jelenkori öntésanyaga borítja. A gyengébb lefolyás-viszonyokkal rendelkező pangóvizes részeken – többnyire ásványi anyaggal keveredett – vékony szervesanyag-rétegű lápos réti talajok találhatók. *A Pápa–Devecseri-sík* nagy része réti talajokkal borított, míg a *Kemenesalján* jelentős területen fordulnak elő barna erdőtalajok, amelyek B-szintjét az abba mosódó agyag és másfélszeres-oxidok a kaviccsal tömörré cementálják („vaskőfok"), ami felszín közeli megjelenés esetén a talaj sekély termőrétegűségét okozza. A lefolyástalan, mélyebb völgyekben és pangóvizes medencékben kisebb foltokban szikes talajok is előfordulnak. Sajátos tájképi jelleget adnak a Marcal-medencének a bazalt tanúhegyek (Somló, Ság, Kis-Somló).

(3) Komárom–Esztergomi-síkság

A tájat részben a Duna, részben a Dunára

merőlegesen, D–É irányban lefutó kis folyók és patakok hordaléka építette fel, amelyekre helyenként lösz települt, helyenként pedig szélhordta homok borította. *A Győr–Tatai-teraszvidék* talajtanilag igen változatos. A Duna medrét nyers öntések keskeny sávja kíséri, amelyeket az idősebb Duna-teraszokon hamar réti öntéstalajok váltanak fel. A Középhegység mészkő- és dolomitterületeiről érkező felszín alatti vizek a táj medencéiben gyakran „megpanganak" (horizontális áramlásuk nagyon lelassul), s a kiszáradó felszín okozta kapilláris vízmozgás jelentős mennyiségű karbonátokat szállít a felsőbb talajrétegekbe. A gyökérzóna alján ezek betöményednek, szállított karbonátanyaguk egy része oldhatatlan formában kiválik, s a mészakkumulációs szintek legkülönbözőbb fokozatait hozza létre, az „atkás" rétegektől kezdve a tömör mészkőpadokig, amelyek felszín közeli megjelenése az egyébként is aszályérzékeny talajt sekély termőrétegűvé, sülevényessé teszi. A homokos felszínek víz- és szélerózióval szemben egyaránt érzékenyek, s a nem megfelelő talajhasználat komoly talajpusztuláshoz vezethet, annak minden káros következményével együtt.

KLÍMAVÁLTOZÁSOK LEHETSÉGES HATÁSAI A KISALFÖLDÖN

Ha munkánk első részében kifejtett „bizonytalanság-mátrixot" ráültetjük a térség változatos természetföldrajzi viszonyaira és gyakran mozaikosan tarka talajtakarójára, úgy csak egyetlen bizonyos következtetést lehet levonni, a klímaváltozások lehetséges talajtani–talajhasználati változásainak elemzése a Kisalföldre vonatkozóan *teljességgel bizonytalan.* Miért? Mert nincs szinte egyetlen – megbízhatóan szilárd – kiindulópont sem *(Csete, 2003, 2004; Csete – Várallyay, 2004; Várallyay, 1990a,b,c, 2003)*. Bizonytalan:

– hogy lesz-e (van-e?) egyáltalán klímaváltozás; milyen irányú, mértékű, tartalmú?

– hogy fog ez érvényesülni a Föld különböző területein, s különösen a Kárpát-medencében, ahol a nagy uralkodó frontok cirkulációját a Kárpátok koszorúja és az Alpok elő-nyúlványai ugyancsak átrendezik (lásd jelenünk időjárását, naponta változó fronthatásait, az atlanti, mediterrán és kontinentális elemek – nem ritkán szó szerint vibráló – gyors egymásutánját)?

– hogyan fognak megmutatkozni e – gyakran váratlan és nehezen előrejelezhető – változások a Kárpát-medence, benne Magyarország, benne pedig a természetföldrajzilag nagyon különböző körzetek éghajlatában, időjárásában?

– melyek lesznek az egyes területeken a változás fő elemei? Egyértelműen növekvő (vagy éppen csökkenő) hőmérséklet; több vagy kevesebb légköri csapadék (mennyiség, intenzitás, forma stb.); növekvő vagy csökkenő aridítás? Vagy éppen ezek „hagyományos" trendjeinek – látszólag rendezetlen – teljes felborulása, a nehezen előrejelezhető szélsőségek fokozódásának, gyakoriságának növekedése?

– miképp érvényesülnek a klíma-(változás)-hatások felszíni folyóhálózatunk vízhozamának alakulásában, árhullámainak, ill. kritikus „kisvízi" időszakainak gyakoriságában, mértékében, tartamában?

– mennyire tudja követni az éghajlati változásokat a természetes vegetáció (ha egyáltalán van még ilyen), illetve a földhasználat?

Csupa-csupa kérdőjel, amelyekre ma még sajnos nincs (és lehet, hogy nem is lesz egyhamar) egyértelmű válasz. Hogy is lehetne ilyen bizonytalanságok mellett megalapozott választ adni az „éghajlatváltozás" talajtani hatásaira a Kisalföldre vonatkozóan, ahol – mint láttuk

– a talajképződési tényezők hatása nagyon különbözőképpen érvényesül(t);

– a talajképződésre ma is jelentős hatása van (volt és lesz) a felszíni vizek hálózatának (Duna, Rába, Lajta, Rábca, Marcal és a

kisebb vízfolyások), különösen akkor, ha abba az ember is „belenyúl";

– ugyancsak jelentős hatása van a felszín alatti vizeknek, valamint a nyílt vízfelületeknek (Fertő, számos kisebb tó és időszakos víztározó);

– érvényesülnek a határainkon túli (Ausztria, Szlovákia) vízgyűjtő területre gyakorolt „klíma-hatás" következményei: csapadékviszonyok, hóolvadás mértéke és gyorsasága, a terület földhasználata, közvetlen vagy közvetett vízháztartási beavatkozásai.

Hogy a kérdésre adandó választ mégse kerüljük ki teljesen, vigyünk végig egy logikai gondolatmenetet egy meleg(edő) és száraz(odó) klímaváltozás szcenárióra.

Növekvő hőmérséklet, csökkenő mennyiségű és – változatlanul is fokozottan – tér- és időbeni eloszlású csapadék, növekvő ariditás.

↓

Folyók vízhozama csökken (bár ezt a vízgyűjtőterület gleccsereinek olvadása – kezdetben – mérsékli); kisebb tavak egy része eltűnik; Fertő is visszaszorul, sőt esetleg kiszárad, s szikes/sós pusztát hagy maga mögött.

↓

Süllyed a talajvízszint (kérdés hol, milyen talajszelvény-rétegezettség esetén mikor, mennyire).

↓

Fokozódik az aszályérzékenység (kevesebb és változatlanul szeszélyes eloszlású csapadék, süllyedő szintű talajvízből kisebb kapilláris vízutánpótlás a gyökérzónába, öntözés tovább szűkülő lehetőségei).

↓

Talajképződési folyamatok eltolódása a toposzekvensz (víz-hatás)

réti talaj → réti csernozjom → csernozjom, illetve láptalaj → réti talaj irányába („sztyeppesedés").

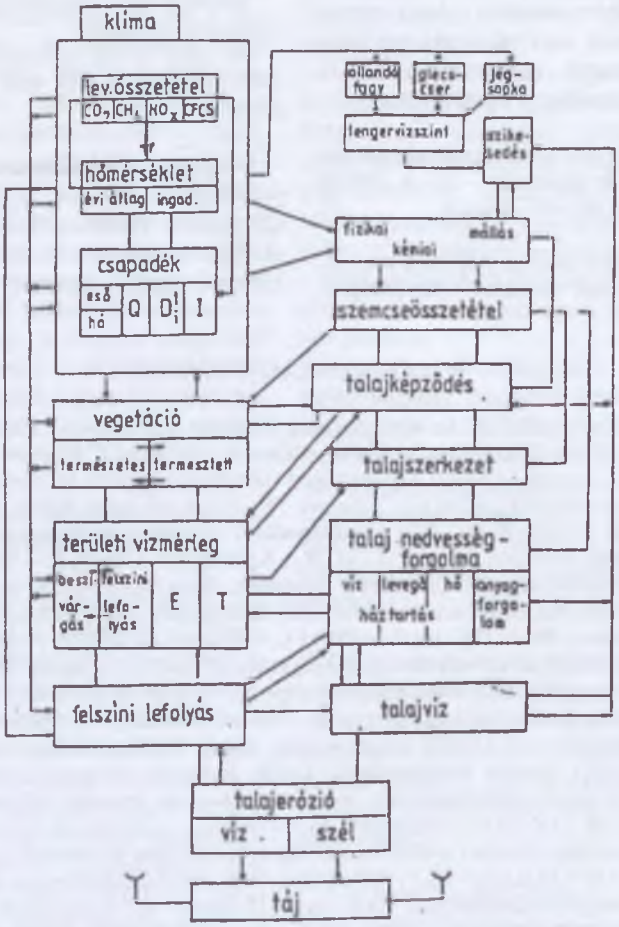
Hogy az ember, illetve a társadalom szempontjából mindez jó-e vagy nem, azt további szempontok részletes elemzése döntheti csak el. Természetesen csak akkor, ha lesz egy – klímaváltozásra vonatkozó – fix pont.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) CSETE L. (szerk.) (2003): Az agrárgazdaság jövőképe. „AGRO-21" Füzetek 31., 109 p. (2) CSETE L. (szerk.) (2004): Klímaváltozás–hatások–válaszok. „AGRO-21" Füzetek 35., 85 p. (3) CSETE L. – VÁRALLYAY Gy. (szerk.) (2004): Agroökológia (agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei) „AGRO-21" Füzetek 37., 217 p. (4) FARAGÓ T. – KERÉNYI A. (2004): Globális környezeti problémák és a Riói megállapodások végrehajtásának helyzete. KVM és Debreceni Egyetem kiadása, Budapest, 166 p. (5) LAL, R. – KIMBLE, J. – LEVINE, E. – STEWARD, B. A. (eds.) (1995a): Soils and Global Change. CRC Lewis Publishers. Boca Raton, 440 p. (6) LAL, R. – KIMBLE, J. – LEVINE, E. – STEWARD, B. A. (eds.) (1995b): Soil management and greenhouse effect. CRC Lewis Publishers. Boca Raton, 385 p. (7) LÁNG I. – CSETE L. – HARNOS Zs. (1983): A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 265 p. (8) Magyarország Nemzeti Atlasza 1989. Akadémiai Kiadó, Budapest, 395 p. (9) MAROSI S. – SOMOGYI S. (szerk.) (1990): Magyarország kistájainak katasztere. I–II. kötet. MTA Földrajztud. Intézet kiadása, Budapest, 1023 p. (10) STEFANOVITS P. (1963): Magyarország talajai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (11) STEFANOVITS P. (1992) Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 380 p. (12) VARGA-HASZONITS Z. (2003) Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati szcenáriók. „AGRO-21" Füzetek 31., 9–28. pp. (13) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS Zs. – VÁMOS O. – SCHMIDT R. (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai jellemzése. Loriprint, Mosonmagyaróvár, 223 p. (14) VÁRALLYAY Gy. (1988): Talaj, mint a biomassza-termelés aszályérzékenységének tényezője. Vízügyi Közlemények, LXX. évf. (3) 46–68. pp. (15) VÁRALLYAY, Gy. (1990a): Influence of climatic change on soil moisture regime, texture, structure and erosion. In: Scharpenseel, H. W., Schomaker, M., Ayoub, A. (Eds.): „Soils on a warmer Earth" (Proc. Int. Workshop, Nairobi, 12–14. Febr. 1990). Elsevier, Amsterdam, Chapter 4. 39–49. pp. (16) VÁRALLYAY, Gy. (1990b): Consequences of climate induced changes in soil degradation processes. Trans. 14th Int. Congr. Soil

Sci., Kyoto, Japan, 12–18. August, 1990. Volume V. 265–270. pp. (17) VÁRALLYAY, Gy. (1990c): Potential impacts of global climatic changes on soil moisture regime and soil degradation processes. Proc. UNESCO-MAB Int. seminar „Future research trends in MAB", Tokyo, Japan. 20–22. August, 1990. 256–267. pp. (18) VÁRALLYAY Gy. (1992a): Globális klímaváltozások hatása a talajra. Magyar Tudomány 9. 1071–1076. pp. (19) VÁRALLYAY Gy. (1992b): A Szigetközi talajtani kutatások eredményei. M. Hidr. Társ. Szigetközi Ankétjának anyaga. Győr, 1992. V. 25–26. Pro Aqua, Győr, 179–187. pp. (20) VÁRALLYAY, G. (1998): Climate change and soil processes. Proc. Int. Conf. on „Agriculture and forestry – adaptability to climate change". Acad. Sci. and Art, Croatia, Zagreb, 5–16. (21) VÁRALLYAY, Gy. (2002): Climate change and soil processes. Időjárás. 106. (3–4) 113–121. pp. (22) VÁRALLYAY Gy. (2003): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemi jegyzet. Mezőgazdasági vízgazdálkodás szakirányú továbbképzési szak. Budapest–Gödöllő, 168 p. (23) WATSON, R. T. et al. (Eds.) (1995): Climate change. Cambridge University Press, 879 p.

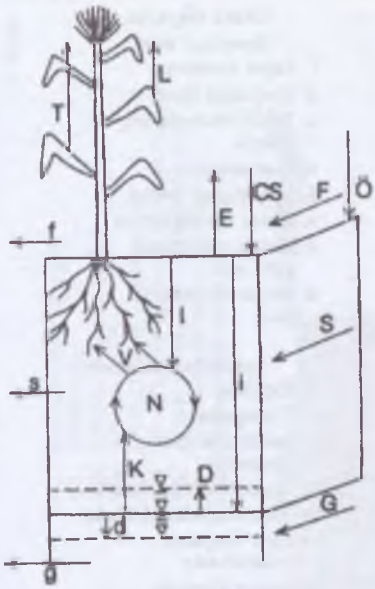
1. ábra



Globális klímaváltozások lehetséges hatása a talajra

Q = csapadék évi átlagos mennyisége; I = a csapadék intenzitása; D_i^1 = csapadék térés időbeni eloszlása; E = fizikai párolgás; T = a növény párologtatása

2. ábra



Cs+Ö = a talaj felszínére jutó csapadék- és öntözővíz
F = felszíni odafolyás
S = háromfázisú zónában végbemenő odaszivárgás
G = horizontális talajvíz odaszivárgás
L = közvetlen párolgás a növény felületéről (intercepció)
T = a növény párologtatása (transzspiráció)
E = közvetlen párolgás a talaj felszínéről (evaporáció)
f = felszíni elfolyás
s = a háromfázisú zónában végbemenő elszivárgás
g = horizontális talajvíz elszivárgása
I = a talajba beszivárgó víz mennyisége
K = a talajvízből történő felfelé irányuló kapilláris vízmozgással a talajvízszint feletti rétegekbe jutó víz mennyisége
i = a talajba beszivárgó víz talajvízbe *jutó* és azt tápláló hányada
v = a növény vízfelvétele, közvetve csökkenti
d = a talajvízszint süllyedése (a *K* csökkentésén keresztül)

A talaj vízmérlegének elemei

1. táblázat

Feltételezett globális klímaváltozás-helyzet hatása a talaj vízháztartására

Tényező (2. ábra)	Hideg és nedves	Hideg és száraz	Meleg és nedves	Meleg és száraz
	éghajlati változat (szcenárió)			
CS	N	CS	N	CS
F, f	N	CS	N	CS
S, s	–	–	–	–
G, g	n	cs	n	CS
I	N	cs	N	CS
i	n	CS	(n)	CS
N	n	cs	(N)	CS
E	CS	E	E	N
T	CS	E	n	N
D	n	–	(N)	–
d	–	n	–	N

Tényezők jelmagyarázatát: lásd 2. ábra. A tényezőben bekövetkező változás: N = erős növekedés; n = gyenge növekedés; E = egyensúly; CS = erős csökkenés; cs = gyenge csökkenés

3. ábra

Talajdegradációs folyamatok	Jel	Éghajlati scenáriók				Okozó tényezők	
		Hideg + szárazt	Hideg + nedvest	Meleg + szárazt	Meleg + nedvest	Természeti okok	Emberi beavatkozások
Víz okozta talajerózió	E	4	1	4	1	1,2,3	9,10,11,14
Szél okozta talajerózió	D	3	4	2	4	3	9,10,11,14
Talajsavanyodás	S	3	1	4	1	2,4	12,15
Szikesedés	Sz	3	4	1	4	5,6,8	13
Fizikai degradáció	F	3	2	2	1	-	10,14
Szélsőséges vízháztartás, belvízveszély	V	4	1	4	2	5,6,7	11,13,14
Biológiai degradáció	B	3	2	2	1	-	11,16
Kedvezőtlen tápanyagforgalom	A	3	2	2	1	(2,6)	12
Talajszennyeződés (toxicitás)	T	4	3	3	4	-	16

1 erős 2 közepes 3 gyenge 4 nincs, vagy elhanyagolható

Okozó tényezők

Természeti okok:

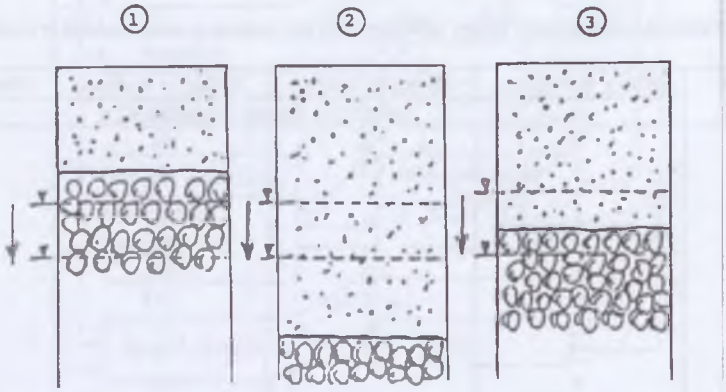
1. Tagolt domborzat
2. Talajképző kőzet
3. Tartós növénytakaró hiánya
4. Avarlebomlás
5. Mélyfekvésű terület
6. Rossz drénviszonyok
7. Magas talajvízszint (nem sós)
8. Magas talajvízszint (sós)

Emberi beavatkozások:

9. Erdőirtás
10. Túl-legeltetés
11. Irracionális földhasználat
12. Irracionális trágyázás
13. Nem megfelelő öntözés
14. Nem megfelelő talajművelés
15. Savas ülepedés
16. Kémiai talajszennyezés

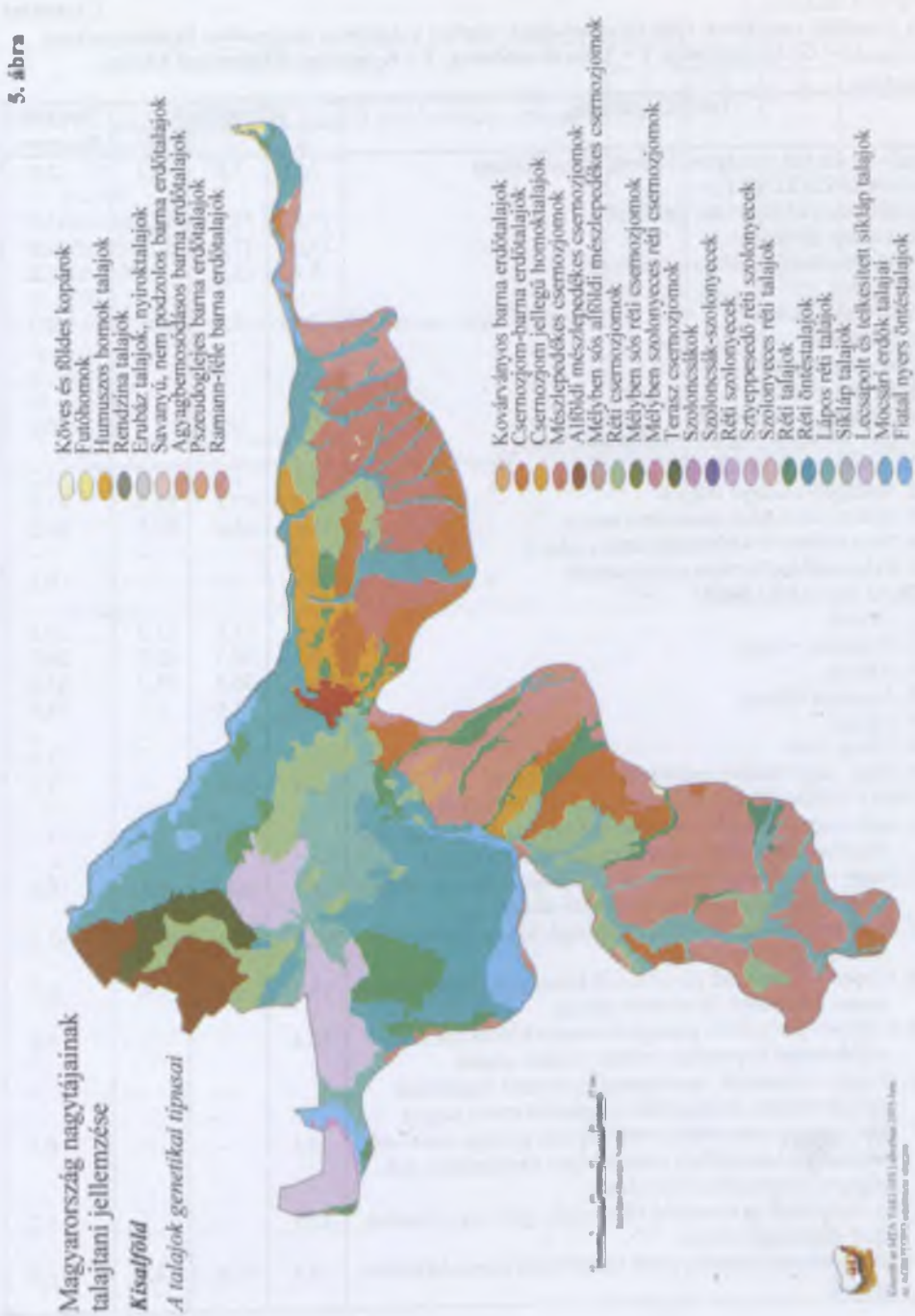
Különböző éghajlati szcenáriók hatása a talajdegradációs folyamatokra

4. ábra



	1	2	3
Területi részarány	30%	30%	40% (25% + 15%)
Jelenlegi vízutánpótlás a talajvízből	0	jelentős (100–150 mm)	jelentős (100–150 mm)
Vízutánpótlás várható változása a talajvízszint süllyedése esetén	0	kismértékű csökkenés („–" < 50 mm)	teljes megszűnés („–" 100–150 mm)
Vízutánpótlás várható változása a talajvízszint emelkedése esetén	0	kismértékű növekedés („+" < 50 mm)	növekedés („+" 50–100 mm)
Esetleges anyagforgalmi veszély	fokozott kilúgzás	mérsékelt	mészfelhalmozódás („atkásodás") esetleg szikesedés

A talaj vízháztartásának alakulása a Kisalföld dunai kavicsteraszán


Magyarország nagytájainak talajtani jellemzése
Kisalföld
A talajok genetikai típusai
Köves és földes kopárok
Futóhomok
Humuszos homok talajok
Rendzina talajok
Erubáz talajok, nyíroktalajok
Savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok
Agyagbemosódásos barna erdőtalajok
Pszeudoglejes barna erdőtalajok
Ramann-féle barna erdőtalajok
Kovárványos barna erdőtalajok
Csernozjom-barna erdőtalajok
Csernozjom jellegű homoktalajok
Mészlepedékes csernozjomok
Alföldi mészlepedékes csernozjomok
Mélyben sós alföldi mészlepedékes csernozjomok
Réti csernozjomok
Mélyben sós réti csernozjomok
Mélyben szolonyeces réti csernozjomok
Ternsz csernozjomok
Szolonccsákok
Szolonccsák-szolonyecek
Réti szolonyecek
Szryeppesedő réti szolonyecek
Szolonyeces réti talajok
Réti talajok
Réti öntéstalajok
Lápos réti talajok
Sikláp talajok
Lecsapolt és telkesített sikláp talajok
Mocsári erdők talajai
Fiatal nyers öntéstalajok

5. ábra

2. táblázat

A Kisalföld talajainak főbb tulajdonságok szerinti százalékos megoszlása középtájanként (1 = Győri-medence; 2 = Marcal-medence; 3 = Komárom–Esztergomi síkság)

Talajtulajdonság	Középtájak			Nagytáj
	1	2	3	összesen
Mindösszesen (az ország területének százalékában)	2,7	1,8	1,3	5,8
TALAJKÉPZŐ KŐZET				
1. Glaciális és alluviális üledékek	77,8	59,2	38,6	63,5
2. Löszös üledékek	21,0	17,0	61,4	28,5
3. Harmadkori és idősebb üledékek	0,8	23,0	–	7,6
4. Nyirok	–	–	–	–
5. Mészkő, dolomit	0,4	0,1	–	0,2
6. Homokkő	–	–	–	–
7. Agyagpala, fillit	–	–	–	–
8. Gránit, porfirit	–	–	–	–
9. Andezit, riolit, bazalt	–	0,7	–	0,2
A TALAJ KÉMHATÁSA ÉS MÉSZÁLLAPOTA				
1. Erősen savanyú talajok	5,7	4,9	–	4,2
2. Gyengén savanyú talajok	35,5	67,1	17,5	41,5
3. Szénsavas meszet tartalmazó talajok	58,5	28,0	82,5	54,2
4. Nem felszíntől karbonátos szikes talajok	–	–	–	–
5. Felszíntől karbonátos szikes talajok	0,3	–	–	0,1
FIZIKAI TALAJFÉLESÉG				
1. Homok	2,4	17,8	17,7	10,5
2. Homokos vályog	3,2	30,7	42,3	20,3
3. Vályog	49,0	30,2	39,7	41,2
4. Agyagos vályog	30,9	1,0	0,3	14,8
5. Agyag	–	–	–	–
6. Tőzeg, kotu	12,1	–	–	5,7
7. Nem, vagy részben mállott durva vázrészek	2,4	20,3	–	7,5
A TALAJ VIZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁGAI				
1. Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok	–	2,4	1,6	1,1
2. Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok	4,7	20,7	48,6	19,3
3. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	42,3	30,1	42,9	38,6
4. Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	15,4	6,2	2,4	9,7
5. Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok	18,4	–	–	8,6
6. Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok	–	–	–	–
7. Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, szélsőséges vízgazdálkodású talajok	0,3	–	–	0,1
8. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó képességű talajok	12,1	–	–	5,7
9. Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok	6,8	40,6	4,5	16,9

2. táblázat folytatása

Talajtulajdonság	Középtájak			Nagytáj
	1	2	3	összesen
SZERVESANYAG-KÉSZLET (t/ha) (a talaj humuszos rétegére vonatkoztatva, cm)				
1. 0–50	–	0,5	0,6	0,3
2. 50–100	7,7	48,4	1,0	19,0
3. 100–200	23,5	20,7	53,0	29,1
4. 200–300	36,0	17,0	21,2	26,8
5. 300–400	9,1	–	23,9	9,4
6. 400–	23,7	13,4	0,3	15,4
A TERMŐRÉTEG VASTAGSÁGA (kő, kavics, talajvíz, cm)				
1. 0–20	–	0,5	–	0,2
2. 20–40	4,5	18,3	–	7,8
3. 40–70	19,1	21,8	4,5	16,8
4. 70–100	11,5	14,9	–	10,1
5. 100–	64,9	44,5	95,5	65,1

A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS VÁRHATÓ HATÁSAI ÉS VÁLASZAI A KISALFÖLD SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMELÉSÉBEN

KÉSMÁRKI ISTVÁN – KAJDI FERENC – PETRÓCZKI FERENC

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgált alapvető éghajlati elemek (csapadék, hőmérséklet, szárazsági/ariditási index, napsütéses órák) alapján egyértelműen nem igazolható a gyors éghajlatváltozás. Kétségtelen viszont, hogy a térségben az időjárási szélsőségek, mindenek előtt az átlaghoz viszonyított csapadékhiány, 1987-től gyakoribbá váltak. A csapadékhiány a gyenge termőhelyi adottságú területeken (sekély termőréteg, mérsékelt talaj tápanyag-szolgáltató képesség, alacsony talaj szervesanyag tartalom), alacsony agrotechnikai színvonalon fokozottabb terméskiesést indukál, különösen akkor, ha a hőmérséklet emelkedése tovább folytatódik. Amennyiben ez még a szélsőségek gyakoribbá válásával is párosul, akkor elsősorban a gyengébb termőhelyi, ökológiailag érzékenyebb területek károsodnak. A valószínűsíthető károk megelőzése komplex felkészülést igényel, melynek fontosabb elemei az alábbiak:

1. A szántóföldön a 15%-nál meredekebb lejtőkön a művelési ág megváltoztatása ajánlható, pl. energiaerdő létesítése, míg a sekély termőrétegű (30–50 cm), erodált vagy időszakos vízborítású területeket célszerű évelő füvek és pillangósok társításával gyepesíteni.
2. A növénytermesztés szerkezetében célszerű csökkenteni a nagy vízigényű növények (burgonya, cukorrépa) arányát; a kukorica területek egy részét cirokfélék termesztésbe vételével lehet kiváltani; kisebb birtokméretek mellett is indokolt a polikultúrás szerkezet („több lábon állás", a szélsőségek kivédése érdekében); a talajtermékenységre pozitív hatást gyakoroló növények területi részesedését ajánlott növelni (évelő pillangósok, hüvelyesek, „zöld ugar"); a parlagterületeket meg kell szüntetni.
3. A talajművelésben a téli csapadék befogadását, raktározását biztosító alapművelést a X–XI. hónapban el kell végezni, és nem maradhat el a tarlóhántás és -ápolás. Ahol lehet, a talajtakarásos művelési módokat ajánlatos alkalmazni.
4. A trágyázásban a szervesanyag-visszapótlás minden formáját fokozni szükséges; az istállótrágya kezelés, érlelés és kijuttatás szakszerűségének fokozása indokolt, és legalább 200–240 kg/ha/év adagig növelni kell a műtrágya-kijuttatás mennyiségét, felszámolva a műtrágyázás ellenes laikus közhangulatot.
5. A fajtahasználatban sokat segíthetne a fajtakísérleti állomások számának növelése; a búza és a kukorica fajtacsoportok teljesítményei nem igazolják, hogy vetésterületük nagy részén korai fajtákat kellene termeszteni; a melegigényes fajoknál (kukorica, cirok, szója, napraforgó) a meleg periódus állandósulása, netán fokozódása esetére a hosszabb tenyészidejű fajták területi részesedését indokolt növelni; a melegebb, szárazabb periódusra olyan fajtákkal lehet felkészülni, melyek az indokolt tőszám csökken-

tését egyedi produkciónöveléssel kompenzálják (pl.: többcsövűségre hajlamos kukorica hibridek, kalászorsó növelésre képes gabonafajok); továbbá a szárazságtűrés fokozása és jó öntözési reakciót mutató fajták nemesítése, valamint az ilyen fajtajelöltek külön történő értékelése; meggondolandó a fajtaminősítés néhány szempontjának átértékelése (tájankénti szereplés), új szempontok figyelembe vétele (különleges minőség, öntözési reakció, termésstabilitás, alkalmazkodóképesség).

6. A növényápolásban alapvető a természetes vízbázisok kapacitásának megőrzése, az időszakosan képződő vízfelesleghez pedig bővíteni kell a tározókapacitást; a szántóterület minimum 10–15%-ára rövid időn belül olyan üzemképes öntözőkapacitást szükséges létrehozni, amely az V., VI., VIII. hónapokban képes legalább 100 mm/ha vízszolgáltatásra; a víz- és energiatakarékos öntözési módok preferálása, beleértve a talaj-növény vízgazdálkodását regisztráló műszerpark és előrejelző rendszer fejlesztését is; meggondolandó a termésstabilizáló (átlagos csapadékig kiegészítő) és a hozamnövelő öntözés szétválasztása; újból létre kellene hozni egy öntözéses kutatóbázist, amely az országban legalább 3 liziméter-állomással rendelkezne; a gyomszabályozásban fel kell készülni újabb behurcolt (adventív) fajokra; a herbicid-takarékos és a mechanikai módok elterjedését gyorsítani szükséges.

7. A munkavégző kapacitásokban a szélsőségek gyakoriságának fokozódásával az egyes munkafázisok (vetés, betakarítás) optimális ideje lerövidül, ehhez a jövőben nagyobb gépkapacitás szükséges (vető- és betakarító gépek, szállító járművek); az úgynevezett „tagi utak" és a kapcsolódó műtárgyak katasztrofális állapotán változtatni kell.

8. A tároló-, tartósító kapacitásokban a termeléshez szükséges vízmennyiség részbeni biztosítását szolgálhatják a víztározók, melyeket a folyók, patakok időszakosan nagyobb vízhozamánál fel lehet tölteni; a tárolókapacitás bővítését a nagyméretű termésingadozás indokolja.

9. A termelés vezérléséhez, kezeléséhez szükséges szaktudás terén bővíteni és egységesebbé kellene tenni az agrometeorológiai és a talaj kémiai, fizikai vizsgálataival kapcsolatos adatbázist (a definíciók egységes értelmezése, közlése is fontos, pl. szárazsági index, a talaj hasznosítható vízkapacitása, tápanyagtartalma, tápanyagszolgáltatóképessége); a meghatározott birtokméret vagy termelési érték kezelését szakirányú képesítéshez kell kötni.

10. A fenntarthatóság (sustainability) és a jövedelmezőség összhangjában éghajlatmódosulás esetén az eddigieknél is fontosabb a komparatív ökológiai előnyök kihasználása (mesterséges inputok mérséklése); a szélsőségek gyakoribbá válása indokolja a melioráció kiterjesztését (a Rábaköz és a Kemeneshát savanyú talajain, a 300 m feletti területeken az eróziós károk csökkentésére, a folyók mentett oldali részén, vízrendezés a Hanság peremvidékén); a jövedelmező gazdálkodáshoz nagy segítséget jelentene a tájkutató hálózat újraépítése.

BEVEZETÉS

A globális klímaváltozás lehetőségét, várható, többnyire kockázatos hatásait a tudomány jelezte, számszerűen is körvonalazta a nagy nemzetközi szervezeteknek, az államok kormányainak. A figyelmeztetések hatására tudatosult az emberi létre jelentős veszély valószínűsége, elfogadottá vált az üvegházhatás növeléséhez hozzájáruló gázok csökkentése, az elővigyázatosság elve (precautinary principle) alapján az ún. „éghajlati szcenáriók" 25–50 évre történő kivetítése (szcenário: a latin scenarium szóból származtatott, jelentése az itt használt értelemben a várható események részletekre is kiterjedő leírása).

Hazánkban minden érintett tudományterület kezdettől fogva foglalkozik az éghajlatváltozással és annak hatásaival. Kiemelt jelentőségű e tekintetben a mezőgazdaságot, ezen belül is a növénytermesztést sújtó negatív hatások valószínűsítése, a várhatóan bekövetkező károk elhárítása, mérséklése.

A Nyugat-dunántúli térségben, különösen annak növénytermesztési szempontból legérzékenyebb részén, a Kisalföldön éppúgy, mint országosan, a melegebbre és szárazabbra forduló éghajlati anomáliák kivédésére elsőként az öntözés kínálkozik. A térség felszíni vizekben gazdag. Vízhozamukat azonban az Alpok vízgyűjtő területein lehulló csapadék szabályozza és a hozzánk beérkező vízmennyiséget csak a mindenkori államszerződések szavatolják. Felkészülésünk tehát nem korlátozódhat csupán az öntözési lehetőségek kihasználására, hiszen nem számíthatunk a mindenkori vízmennyiség tetszés szerinti igénybe vételére.

A Kisalföld az ország északnyugati részén, az ÉSZ 47°15'–48°-ig és Greenwich-től keletre a 16°30'–18°20' által határolt területen helyezkedik el. Közigazgatásilag ide tartozik Győr-Moson-Sopron megye 97%-a, Komárom-Esztergom megye nyugati része és Vas megye északkeleti térsége. Területe 5300 km^2, a nagy tájegységeink közül a legkisebb. Összes területéből a legtöbb Győr-Moson-Sopron megyére jut, 4220 km^2. A terület kisebb tájegységekre tagolása a XX. században többször változott, ma 3 középtájra osztása elfogadott (Komárom–Esztergomi síkság, Győri-medence, Marcal-medence). A kistáj beosztás további 7 régiót különböztet meg.

A terület 70%-a síkság (Tszf.: 100–200 m), 26%-a dombvidék (Tszf.: 200–300 m), 4%-a hegység (Tszf.: 300 m-nél magasabb). A dombságok fedőrétege változatos (többnyire lösz), a Sopron körzetében található hegyvidék eruptív eredetű. A Fertő-tó régebbi, nagyobb kiterjedésű parti sávjában (Hanság) a fedőréteg kotu és tőzeg. 1992. okt. 25-ig a Mosoni-síkságon és a Szigetközben gyakori volt az új fedőréteg (nyers, karbonátos öntés) képződés, ami a Duna eltereléséval megszűnt.

A Kisalföld felszíni vizekben gazdag, teljes egészében a Duna vízgyűjtő területéhez tartozik. Fő folyói: Duna, Mosoni-Duna, Rába, Rábca, Marcal, Lajta, Répce. Vízhozamuk váltakozó, öntözésre alkalmas. Termékeny völgyeikben az altalajvíz termést befolyásoló szerepe közepes, illetve magas vízállásnál ± irányban egyaránt megjelenik (lásd még később a Szigetközről írottakat). Kedvező altalajvíz nívónál az úgynevezett „csőkutas" vízkivétel és öntözés lehetséges.

A térség jelentős állóvize a Fertő-tó, melynek hazánkhoz tartozó vízfelülete 10–87 km^2 között változik, mivel kicsi a vízgyűjtő területe és a csapadék évi mennyisége egyre kevesebb. Öntözési szempontból említést érdemelnek még a csatornák (közülük legnagyobb a Hansági-főcsatorna), a több mint száz, különböző méretű anyagnyerő helyen feltörő vízzel megtelt bányató, melyek az öntözés mellett rekreációs célokra is hasznosítottak. A felszíni vizek az MSZ-12749 szerint a II–IV. osztályba sorolhatóak.

A térségben három klimatikus hatás érvényesül:

– Szubatlanti (Alpokalja, Rába- és Rábca vízgyűjtője),
– Mediterrán (évjáratonként különböző gyakorisággal bármelyik kisebb tájegységben megjelenhet),
– Kontinentális (évjáratonként eddig a legnagyobb gyakorisággal megjelent, teljes területet érő hatás).

A Kisalföld meteorológiai viszonyait a területen található mérőállomások adataival jellemezzük (1–3. táblázat).

Az 1–3. táblázatok adataiból megállapítható, hogy 1951–80 között minimális hőmérsékletemelkedés és kisebb csapadékmennyiség csökkenés következett be, ami térségenként változott. Figyelemre méltó, hogy a térségben, a Komárom–Esztergomi síksághoz közel eső Tata kivételével, már a XX. század második felétől csapadékmeny-

nyiség csökkenést regisztráltak! A szélsőségek időben és térben megjelenő változatosságára azonban éppen Tata szolgáltat példát, mert 2003-ban itt hullott a legkevesebb csapadék az országban, mindössze 294 mm. A szárazságra vonatkozó adatokat a 4. és 5. táblázat foglalja össze.

A szárazsági index 30 éves adatait bemutató 4–5. táblázat alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

– a szárazság általában a Kisalföld nagy részét magába foglaló Győr-Moson-Sopron és Komárom-Esztergom megyékben lép fel,

– a szárazsági index 46–84%-kal nagyobb értékű a IV–IX. hónapok közötti tenyészidőben;

– a tenyészidőben nagy valószínűséggel fellépő szárazság a tavaszi vetésű, hosszú tenyészidejű növényeket (burgonya, cukorrépa, napraforgó, kukorica) veszélyezteti;

– a X–VI. hónapok közötti kisebb szárazsági indexek az őszi vetésű áttelelő és az évelő kultúrák (őszi kalászosok, őszi káposztarepce, bíborhere, őszi keverékek, lucerna, vöröshere) hozamait mérsékelten veszélyeztetik;

– a szárazsági index értékei a VII–VIII. hónapokban a legnagyobbak, öntözés szempontjából valószínűleg ebben az időszakban van leggyakrabban a mértékadó vízigényes időszak.

A Kisalföldön minden genetikai főtípusba tartozó talajféleség előfordul, így az I–VI. termőhelyi kategóriák is képviseltetik magukat. Közülük leggyakoribbak a II. és III. kategóriába soroltak.

Győr-Moson-Sopron megyében legnagyobb kiterjedésűek a réti jellegű talajok (réti öntés, réti csernozjom) és az erdőtalajok (minden altípus jelen van). A Fertő-tótól délkeletre telkesített láptalajok (kotu), míg a Győri-medence keleti és déli térségében gyengén humuszos talajok jellemzők. A megye déli részén, a kisebb folyóvölgyekben, savanyú öntéstalajok találhatók. A Szigetközben és a Mosoni-Dunától déli irányban többrétegű nyers- vagy réti jellegű öntéstalajok az uralkodók. Kémhatás tekintetében: a megye északi részén semleges vagy lúgos (karbonátos) talajok uralkodnak; a Rába, Rábca, Marcal mentén a kémhatás 4–6 pH körül alakul, nagyobb területeken melioratív meszezésre szorul. A talajok fizikai félesége a legtöbb területen vályog, agyagos vályog és könnyebb, különböző szervesanyag-tartalmú homok. A talajok vízgazdálkodása a termőréteg vastagságától és a felszíni vizek távolságától függ. A legkedvezőtlenebb vízgazdálkodású területek Sopron környékén, a Hanság peremén, a Kemeneshát északi részén és Győrtől keletre találhatók. A Mosoni-síkságon gyakori a felszín közeli kavicsréteg. A talajok szervesanyagtartalma, a kotus területek kivételével, a genetikai típusra jellemző értékek alsó szintjén van. A 150 m-nél magasabban fekvő területeken a talajok a „B" szintig erodáltak.

Komárom-Esztergom megyében a 150 m alatti területeken a Dunától délre réti-, öntés- és különböző szervesanyag-tartalmú talajtípusok jellemzőek. A Dunántúli-középhegység északi lejtőit különböző mértékig erodált karbonátos erdőtalajok uralják. Szántóföldi növénytermesztésre kiválóan alkalmas talajok a Komárom–Esztergomi-síkságon és Komárom-Mocsa térségében találhatók.

Vas megye északi részén, a folyóvölgyekben változó kémhatású, de többnyire savanyú réti öntéstalajok találhatók. A legkedvezőtlenebb talajviszonyok a Cser-Kemeneshát tájegységben alakultak ki, ahol a sekély, savanyú termőréteg alatt vastag kavicsréteg van. A megye északnyugati részére erdőtalajok jellemzőek.

Összefoglalóan a következő megállapítások tehetők

– szántóföldi növénytermesztésre alkalmas összefüggő területek a Mosoni-síkság, Győri-medence, Komárom–Esztergomi-síkság, Rábaköz, Kapuvári-sík, Csorna és vidéke, Szigetköz, Sopron–Vasi-síkság;

– a térség szántóföldi növénytermesztésre alkalmas területei a II–III–IV. termőhelyi kategóriákba sorolhatók;

– a jobb minőségű szántóterületek szervesanyag-tartalma többnyire a genetikai típus alsó értékeivel jellemezhető.

Amennyiben az éghajlat melegebb-szárazabb lesz, a felszíni vizektől távolabb eső területeken a talaj-aszály fokozódni fog, az altalajvíz mélyebbre húzódik, csökken a csőkutas öntözés lehetősége, még a jó kapilláris vízemelő képességű talajokon is mérséklődik az altalajvíz talaj-aszályt csökkentő szerepe.

Ezek alapján tehát számítani kell a szervesanyag-tartalom további csökkenésére, a talaj pufferkapacitásának mérséklődésére. Mindezek mellett az időjárási szélsőségek pedig fokozni fogják a termőhely környezeti érzékenységét.

A SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMELÉS ÁLLAPOTA

Az ezredforduló után a térség összes szántóterülete 350 000 ha-ra tehető, amiből Győr-Moson-Sopron megye 2004-ben 230 000 ha-ral részesedett. A Kisalföld a *Csete és Láng (2004)* által ismertetett ökoszisztéma-potenciál szerint is értékes tájegységünk. Számításaik szerint a középtájak közül a maximálisan megszerezhető 27 ponttal első helyen szerepel a Mezőföld. A Kisalföld középtájainak „helyezése" a következő:

4. Komárom–Esztergomi síkság	21 pont
6. Győri-medence	19 pont
15. Marcal-medence	11 pont

(a 3 középtáj átlagos pontszáma 17,0; szemben a 34 középtáj 13,4-es átlagértékével). Az eddig ismertetett viszonyok között termesztett főbb növények területi és hozam adatait a 6. táblázatban foglaltuk össze.

További általános megállapítások

– a szántóterület egy része évről-évre parlagon marad (a 4 megye termőterületének átlagában a vetetlen terület aránya 5,1% volt);

– minden szakmai felvilágosító munka ellenére hiányosságok vannak a víz- és energiatakarékos talajművelés kivitelezésében;

– a vetésszerkezetben csökkent azon fajok részesedése, melyek jó hatásúak a talajtermékenységre, pozitív elővetemény értékűek;

– az öntözési kapacitások (terület, vízmennyiség) nincsenek kihasználva, a hektáronként kijuttatott 100–150 mm-es idénynormák még az ún. „termésstabilizáláshoz" sem elegendők;

– a rendkívül lecsökkent mennyiségű istállótrágya kezelése, kijuttatása szakszerűtlen;

– a térség ökológiai adottságaihoz képest mérsékelt hozamokhoz is kevés a kijuttatott műtrágya;

– az alapvető agrotechnikai hiányosságok növelik a klimatikus anomáliák kiváltotta terméscsökkenéseket.

MOSONMAGYARÓVÁRI KÍSÉRLETI ADATOK

Mosonmagyaróvár (ÉSZ 47°53′, Greenwichtől keletre 17°18′) környéke és a Mosoni-síkság tipikus alföldi domborzatú terület. Tengerszint feletti magassága 110–120 m. Annak ellenére, hogy az Alpok keleti nyúlványához közel fekszik, éghajlata kontinentális, gyakoriak a szélsőségek.

A fontosabb meteorológiai adatokat a 7–9. táblázatokban foglaltuk össze, a tendenciákat az 1–2. ábrák szemléltetik.

A mosonmagyaróvári mérési adatokat vizsgálva összefoglalóan megállapítható, hogy a Mosoni-síkságon a csapadékmennyiség csökkenése már az 1960-as évektől tart. 1993-tól a száraz-nedves évek aránya a 110 éves átlaghoz viszonyítva 10:2. A hőmérséklet emelkedése csak az 1980-as évektől állapítható meg. A 110 éves átlaghoz viszonyítva 1993–2004 között 11 olyan év volt, amikor az évi középhőmérséklet 0,1–0,9 °C-kal meghaladta a 9,8 °C-ot. Jelentősen nőtt a

napfényes órák száma is, ami együttes következménye a csapadékmennyiség csökkenésének és a hőmérséklet emelkedésének.

A talajviszonyokra jellemző, hogy a genetikai típust és a termőréteg vastagságát tekintve a terület még néhány 100 m^2-en belül is heterogén. Alapvetően a Duna-öntésen kialakult réti öntés-, többrétegű humuszos öntés- és csernozjom réti öntés talaj váltakozik foltokban. A termőréteg 50–120 cm, alatta 700–900 cm vastag, különböző szemcse-összetételű durva kavics, homok, iszap helyezkedik el, jelezve, hogy a Duna mikor, milyen energiával szállította hordalékát. A talajvizsgálati eredményeket a 10. táblázat mutatja be. A táblázatból megállapítható, hogy a terület alapvetően alkalmas minden hazánkban honos mészkedvelő növényfaj számára.

Kísérleti munkánkból az őszi búza, kukorica és lucerna (mindhárom faj termesztése jelentős a Mosoni-síkságon) fajtakísérletek termésadatait mutatjuk be a 11–13. táblázatokban. A 11. táblázatban szereplő 47, különböző éréscsoportba tartozó *őszi búzafajta terméseredményeivel kapcsolatos megállapításaink*

– mindegyik éréscsoportnál meghatározó volt a IV–V–VI. havi csapadékmennyiség, amennyiben egyik hónapban sem esett 30 mm-nél kevesebb eső;

– az egyes fajtacsoportok teljesítménye között nincs lényeges különbség;

– minden fajtacsoportban a fajták közötti termésklönbség meghaladja az évjárat okozta általános termésdifferenciát, tehát a jó fajtaválasztás alkalmas a csapadék-különbségek okozta negatív hatások mérséklésére.

A kukorica (12. táblázat) terméseredményeivel kapcsolatos megállapításaink

– mindegyik fajtacsoportnál meghatározó volt az V–VI–VII. hónapokban hullott csapadékmennyiség;

– a hosszabb tenyészidejű fajtacsoport minden évben nagyobb termést ért el, valószínűleg a nagyobb hőmérséklet és a napfénytartam-növekedés hatására következett be;

– jelentős a fajták közötti termésingadozás, de az éréscsoportok közötti átlagos különbséget jól követi:

FAO 200–300 = 4,0–8,0 t/ha
FAO 300–400 = 3,9–9,2 t/ha
FAO 400–500 = 4,1–12,4 t/ha;

– nagy jelentőségű a jó fajta megválasztása;

– ha az átlaghőmérséklet a közeljövőben 10 °C/év felett állandósul, akkor a hosszabb tenyészidejű fajták nagyobb területi részesedéssel szerepelhetnek a térségben.

A lucerna terméseredményeivel kapcsolatos megállapítások

– a takarmány lucerna termését egyértelműen az éves csapadék mennyisége határozta meg;

– a csapadékosabb év a rákövetkező szárazabb év terméscsökkentő hatását is mérsékelte (1996–97, 1998–99);

– a fajták közötti éves termésingadozás lényegesen kisebb, mint az áttelelő és az egynyári szántóföldi fajoknál, ezek szerint a lucernafajta megválasztása is kevesebb kockázattal jár.

AZ ALTALAJVÍZ TERMÉSRE GYAKOROLT HATÁSÁVAL KAPCSOLATOS VIZSGÁLATOK

A mosonmagyaróvári karon 3 évtizede folynak az altalajvíz mozgásával kapcsolatos vizsgálatok, ezek egyik helyszíne a Szigetköz.

A Szigetköz a Kisalföld északi részén elterülő tájegység, a Duna és a Mosoni-Duna folyók ölelésében. Összes területéből 20 000 ha-on szántóföldi művelést végeznek. A szántóterületen többnyire genetikailag fiatal, mészben gazdag öntéstalaj található. Kialakulására a Duna vízjárása, a szállított kőzettörmelék és szervesanyag döntő hatású volt. A termőréteg vastagsága 0–300 cm közötti, viszonylag kis területen is változó vastagságú és rétegződésű. Az altalajvíz mélységi

elhelyezkedése, mozgása a Duna vízhozamától, a mederfenék mélységétől, a vizsgált terület Dunától való távolságától függ. Az altalajvíz mozgását több száz mérőkút segítségével lehet nyomon követni.

A fontosabb szántóföldi kultúrák hozamai és az altalajvíz elhelyezkedése közötti összefüggéseket 1980–1994 között vizsgáltuk. Az eredmények egy részét a 14. és 15. táblázatban foglaltuk össze.

A 14–15. táblázatok alapján az alábbi megállapítások tehetők

– száraz években, ha az altalajvíz nívója 2,0 m alá süllyed, a napraforgó kivételével mindegyik vizsgált faj hozama csökken;

– csapadékosabb években (586–636 mm/év) a kapillárisan emelhető víz hatása a hozamokra szintén pozitív, de a maximális hozamnövekedés átlag 5%-os.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) BARTHOLY J. et. al. (2004): A XX. században bekövetkezett és a XXI. századra várható éghajlati tendenciák Magyarország területére. „AGRO-21" Füzetek, 33. sz., Budapest (2) BIACS P. et al. (2004): A magyar mező- és erdőgazdaság feladatai a klímaváltozás tükrében. „AGRO-21" Füzetek 33. sz., Budapest (3) BOCZ E. (1997): A hazai növénytermesztésnek és fejlődésének fenntarthatósága. DATE, Debrecen (4) BOCZ E. (2004): Vízellátottsági és öntözési jelzés. XXXIII. évf. Zárójelentés, Debrecen (5) CSETE L. – LÁNG I. (2004): Agrárökoszisztémák, regionalitás és biodiverzitás. „AGRO-21" Füzetek, 37. sz., Budapest (6) DOMONKOS P. (2004): Éghajlat előrejelzés 2005–2025 időszakra. „AGRO-21" Füzetek, 33. sz., Budapest (7) FEKETE I. (2004): Újszerű megközelítés a hosszú távú előrejelzésben. „AGRO-21" Füzetek, 33. sz., Budapest (8) GLICK, D. (2004): Földünk vészjelzései – Változó Föld. National Geographic Magyarország 2 (9) 38–67. pp. (9) HANCZ G. (2005): Hűvösebb évet hagytunk magunk mögött. Kisalföld 60 (4) (10) HARGITAI M. (2004): Ütközőzónában. National Geographic Magyarország 2 (10) 76–77. pp. (11) HARGITAI M. (2004): Jövőutazás. National Geographic Magyarország 2 (11) 112–116. pp. (12) HARGITAI M. – LADÁNYI L. (2004): Azért a víz az úr. National Geographic Magyarország 2 (9) 68–77. pp. (13) JOLÁNKAI M. et al. (2003): Az évjárat hatása az őszi búza termésére és minőségére. „AGRO-21" Füzetek, 31. sz., Budapest (14) KAJDI F. et al. (2003): Fajtakísérleti eredmények, Mosonmagyaróvár, 1996–2003. Kézirat. Mosonmagyaróvár, NYME MÉK Növénytermesztési Intézet (15) KÉSMÁRKI, I. (1997): Interaction of Water and Plant Production in the Region of Szigetköz. Előadás, 1997. 22–27 June. International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Braunschweig (16) KÉSMÁRKI, I. – KAJDI, F. (1997): Interaction of Water and Plant Production of the Region of Szigetköz. Hungarian Agricultural Research. Journal of the Ministry of Agriculture, Hungary 6 (2) 4. p. (17) KÉSMÁRKI I. – KAJDI F. (1998): A víz és a növényi produkció kapcsolata a Szigetközben. Előadás. 1998. dec. 8–9. MTA Konferencián (18) KÉSMÁRKI I. et. al. (2004): A globális klímaváltozás hatása a szántóföldi növénytermesztésre a Dunántúl északi részén és javaslatok a további intézkedésekre. Tanulmány. Mosonmagyaróvár (19) PALKOVITS, G. – SCHUMMEL, P. (1991): Növénytermesztési kutatási eredmények a Szigetközben. Acta Agronomica Óváriensis 34. (1) (20) KOLTAY G. (2003): A talajvíz és a talajnedvesség, valamint a tápanyagellátás hatása a növénytermesztési hozamokra a Szigetközben. Doktori (PhD) értekezés. Mosonmagyaróvár (21) KOVÁCS F. (2004): Az üvegházhatásért talán nem az ember a felelős. Előadás a Mindentudás Egyetemén (22) KSH (2004): A KSH jelenti 2000–2004. évek 1–4. számai, KSH Házi nyomda, Budapest (23) KSH (2000, 2001, 2002, 2003): Statisztikai Tájékoztató. A KSH Győr-Moson-Sopron Megyei Igazgatóságának kiadványai (24) LADÁNYI L. (2004): Újabb jégkorszak következik? Kisalföld, 2004. 03. 06. (25) LÁNG I. (2003): Bevezető gondolatok „A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az arra adandó válaszok" c. MTA-KvVM közös kutatási projekthez. „AGRO-21" Füzetek, 31. sz., Budapest (26) LÁNG I. – CSETE L. (1992): Alkalmazkodó mezőgazdaság. Agricola Kiadó, Budapest (27) MIKA J. (1988): A globális felmelegedés regionális hatásai a Kárpát-medencében, Időjárás, 1988. 92. (28) MIKA J. (1991): Nagyobb globális fölmelegedés várható magyarországi hatásai. Időjárás, 1991. 96. (29) MIKA J. (2003): Regionális éghajlati forga-

tókönyvek: Tények és kétségek. „AGRO-21" Füzetek, 32. sz., Budapest (30) MONTAIGNE, F. (2004): Földünk vészjelzései 2. – Élővilág. National Geographic Magyarország 2 (10) 54–75. pp. (31) MORELL, V. (2004): Földünk vészjelzései 3. – Múlt és jövő. National Geographic Magyarország 2 (11) 94–111. pp. (32) NÉMETH I. (2004): Klímaváltozás és a magyarországi mezőgazdaság. „AGRO-21" Füzetek, 33. sz., Budapest (33) NYUSZTAY M. (2005): Európa ma az áldozatokra emlékszik. Népszabadság 63 (3) 2. p. (34) RADÓ S. (1963): Magyarország gazdaságföldrajza. Gondolat Kiadó, Budapest (35) SCHÄR, C. et al. (2004): The sole of increasing termperature variability in European summer heatwaves. Nature 427. (36) SZENTGYÖRGYI Zs. (2003): Lobbik, modellek szorításában, heves viták a klíma változásának hátteréről. Népszabadság, 2003. 11. 15. (37) VARGA-HASZONITS Z. (1987): Meteorológiai információk és hasznosításuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (38) VARGA-HASZONITS Z. (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. Mosonmagyaróvár, LÓRIPRINT Kiadó (39) VARGA-HASZONITS Z. (2003): Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati szcenáriók. „AGRO-21" Füzetek, 31. sz., Budapest (40) VARGA-HASZONITS Z. et al. (2003): A havi és az évi középhőmérsékletek alakulása a 20. században Magyarországon. Acta Agronómica Óváriensis 45 (2) Mosonmagyaróvár (41) VERMES L. (2004): Agroökológia és vízgazdálkodás. „AGRO-21" Füzetek, 37. sz., Budapest

1. táblázat

Az évi középhőmérséklet 30 éves átlagai, 1901–2000 között, a térség 3 mérőállomásának adatai alapján

30 éves periódusok	Évi középhőmérsékletek, °C			
	Mosonmagyaróvár	Pápa	Szombathely	Országos átlag
1901–1930	9,8	10,6	9,3	10,3
1911–1940	9,9	10,7	9,4	10,4
1921–1950	10,0	10,7	9,6	10,6
1931–1960	10,1	10,6	9,6	10,5
1941–1970	10,0	10,3	9,4	10,3
1951–1980	9,8	10,0	9,2	10,0
1961–1990	9,7	9,9	9,3	9,9
1971–2000	9,9	10,1	9,6	10,1

2. táblázat

A hőmérséklet és a csapadék havi értékei megyénként, az 1951–80. évek átlagában

Hónapok	Megyék					
	Győr-Moson-Sopron		Komárom-Esztergom		Vas	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm
Január	–1,3	30	–1,3	40	–1,7	29
Február	0,9	34	1,0	36	0,3	25
Március	5,1	32	5,3	32	4,2	37
Április	10,4	42	10,7	46	9,4	43
Május	15,3	51	15,2	56	14,1	65
Június	18,9	75	19,1	77	17,8	81
Július	20,3	63	20,4	75	19,1	86
Augusztus	19,7	60	19,9	57	18,6	69
Szeptember	15,7	40	16,0	51	14,9	50
Október	10,3	41	10,8	45	9,5	48
November	5,2	56	5,4	64	4,3	52
December	1,0	41	0,9	40	0,3	32
Átlag/összesen	10,1	565	10,3	627	9,2	616
eltérés az 1901–1950. évektől	*0,1*	*–8*	*0,2*	*7*	*–0,1*	*–8*

3. táblázat

A megyei mérőállomások 10–30–50 éves csapadék adatai 1901–80. évek között, a szélsőségek feltüntetésével

Időszak	Mérési helyek			
	Moson-magyaróvár	Szombathely	Pápa	Tata
	Csapadék, mm			
1901–10	609	729*	688*	562
1911–20	595	685	655	573
1921–30	598	579**	617	578
1931–40	610	672	644	634*
1941–50	604	658	675	549**
1901–50 (50 év átlaga)	*603*	*665*	*656*	*578*
1951–60	629*	660	673	580
1961–70	589	685	670	597
1971–80	524**	583	596**	606
1951–80 (30 év átlaga)	*581*	*643*	*646*	*594*
Változás az 1951–80 időszakban***, %	96	97	98	105

* a legcsapadékosabb évtized – ** a legszárazabb évtized – *** az előző 50 évhez viszonyítva

4. táblázat

A csapadék és a szárazsági index értékei 1901–80 között

Megyék	Eves csapadék			Levegő éves párologtató képessége, mm	Szárazsági index				
	Mennyiség, mm	Relatív megoszlás, b			Évi	IV–IX. hó	X–VI. hó	Relatív értékei, %	
		IV–IX. hó	X–VI. hó					IV–IX. hó	X–VI. hó
Gy-M-S	565	59	41	902	1,6	2,31	1,34	172	100
K-E	631	58	42	884	1,4	2,24	1,22	184	100
Vas	616	64	36	745	1,2	1,61	1,10	146	100
Veszprém	709	60	40	809	1,1	2,24	1,22	184	100

5. táblázat

A szárazsági index alapján legkedvezőtlenebb időszakok 1951–80 között

Megyék	A legkedvezőtlenebb évek és a szárazsági index	A legkedvezőtlenebb hónapok és a szárazsági index	A legkedvezőtlenebb időszakok és a szárazsági index	
			IV–IX. hó	X–VI. hó
Gy-M-S	1967 (2,42) 1978 (2,39)	IX. (2,50) VII. (2,38) VIII. (2,30)	1952 (3,65) 1961 (3,28) 1962 (3,23)	1968 (2,58) 1964 (1,70) 1973 (1,68)
K-E	1967 (2,20) 1968 (2,18)	VII. (2,30) IX. (2,22) VIII. (2,87)	1961 (3,93) 1952 (3,90) 1962 (3,45)	1968 (2,24) 1960 (1,54) 1954 (1,50)
Vas	1971 (2,11) 1952 (1,64)	VIII. (1,67) IX. (1,60) IV. (1,49)	1952 (2,91) 1976 (2,21) 1973 (2,05)	1968 (1,86) 1973 (1,73) 1958 (1,46)
Veszprém	1967 (2,33) 1953 (1,89)	VIII. (1,82) VII. (1,72) VI. (1,72)	1961 (3,97) 1952 (3,09) 1964 (2,62)	1968 (2,57) 1964 (1,52) 1961 (1,47)

6. táblázat

Főbb szántóföldi kultúrák területi- és hozam adatai Győr-Moson-Sopron megyében, 2000–2003 között

Évek	Közigazgatási terület							
	Országos				Győr-Moson-Sopron megye			
	Növényfajok területe (ezer ha)							
	búza	kukorica	napraforgó	lucerna	búza	kukorica	napraforgó	lucerna
2000	1048	1245	320	165	58,5	38,5	12,6	8,2
2001	1209	1285	321	158	63,0	41,5	11,3	8,6
2002	1112	1238	421	161	63,3	42,1	11,2	8,6
2003	1117	1179	514	154	65,5	45,4	14,4	9,5
	Hozamok (t/ha)							
1996–2000	3,79	5,67	1,57	4,99	3,88	5,62	1,77	5,57
2000	3,60	4,15	1,62	4,24	3,65	4,35	1,81	5,22
2002	3,51	5,05	1,86	4,48	3,75	4,49	1,98	4,41
2003	2,64	3,95	1,90	3,46	3,21	4,46	2,23	5,00

Műtrágya felhasználás	országosan, 2003-ban:	78,0 kg/ha
	Győr-Moson-Sopron megyében, 2003-ban:	156,0 kg/ha
Szervestrágya felhasználás	országosan, 2003-ban:	1,0–1,1 t/ha
	Győr-Moson-Sopron megyében, 2003-ban:	1,1–1,2 t/ha

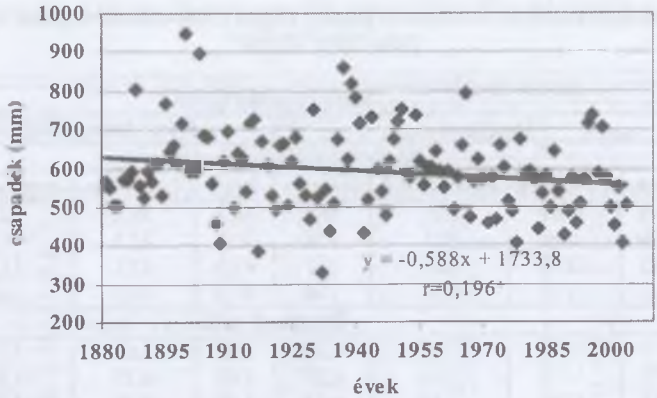
7. táblázat

Az évi csapadék és középhőmérséklet alakulása Mosonmagyaróváron, 1881–2004 között

Időszak	Csapadékmennyiség, mm		Évi középhőmérséklet, °C	
	évi átlag/összes	ingadozás	évi átlag	ingadozás
1881–1990	597**	327–947	9,8	7,9–11,4
1901–1950	594*	327–947	9,9	7,9–11,4
1961–1990	555*	407–791	9,7	8,6–11,6
1980–1998	567*	426–736	9,9	8,6–11,6
1993–2003	571*	406–736	10,6	8,9–11,7
1993	510*		10,0	
1994	573*		11,6	
1995	715**		10,2	
1996	736**		8,9	
1997	588*		9,9	
1998	676**		10,6	
1999	575*		10,6	
2000	501*		11,7	
2001	453*		10,4	
2002	549*		11,5	
2003	406*		10,8	
2004	506*		10,2	

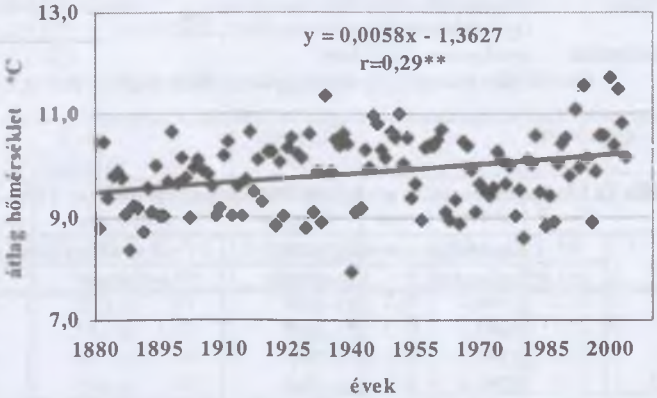
* szárazabb időszak az 1901–50. évek átlagához viszonyítva
** nedvesebb időszak az 1901–50. évek átlagához viszonyítva

1. ábra



Az éves csapadék trendje Mosonmagyaróváron az 1881–2004 közötti időszakban

2. ábra



Az éves középhőmérséklet trendje Mosonmagyaróváron az 1881–2004 közötti időszakban

8. táblázat

A napsütéses órák alakulása Mosonmagyaróváron, 1901–2004 között

Időszak	Napsütéses órák száma/év	
	évi átlag	ingadozás
1901–1950	1916	1820–2131
1987–1998	1957	1993–1997
1995–2003	2000	1863–2342
1996	1863	
1997	2131	
1998	1973	
1999	1907	
2000	2120	
2001	1939	
2002	1879	
2003	2342	
2004	1888	

9. táblázat

Fontosabb meteorológiai adatok Mosonmagyaróváron, 1999–2004 között

Hónap	Csapadék (mm)			Napfényes órák száma			Hőmérséklet (°C)		
	1999	2003	2004	1999	2003	2004	1999	2003	2004
Január	12,2	37,9	37,5	53,3	63,7	96,5	–0,3	–1,5	–2,1
Február	48,7	0,8	42,7	70,8	127,4	80,8	0,8	–1,8	2,2
Március	18,8	3,2	64,8	144,3	177,7	115,6	7,0	6,0	4,4
Április	63,8	24,9	49,4	187,5	209,5	166,1	11,6	10,2	11,6
Május	49,8	57,0	58,8	260,8	294,6	237,9	16,1	18,0	13,9
Június	98,3	59,4	95,8	238,4	330,9	240,9	18,6	22,3	18,0
Július	67,8	62,9	17,2	260,0	278,1	246,6	21,3	21,4	20,1
Augusztus	50,8	40,1	11,6	239,7	332,1	282,9	19,1	23,3	20,6
Szeptember	27,9	18,4	31,1	198,2	228,7	205,8	17,9	15,9	15,5
Október	27,4	57,0	39,3	139,5	125,1	115,7	10,5	7,9	11,6
November	62,6	21,9	40,4	48,1	94,4	54,4	3,4	6,8	5,2
December	47,1	22,3	17,2	66,1	79,5	44,7	0,7	0,7	0,9
Összesen	575,2	405,8	505,8	1906,7	2341,7	1887,9			
X–III. hó	225,8	233,3	246,2						
IV–IX. hó	358,4	262,7	263,9						
Átlag							10,56	10,77	10,15

10. táblázat

A mosonmagyaróvári kísérleti területek talajvizsgálati eredményei

Vizsgált paraméretek	Mértékegység	A felső 0–40 cm talajréteg vizsgálati eredményei
pH érték	KCl	7,09–7,18
Kötöttség	K_A	48,0–60,0
$CaCO_3$	%	16,0–22,0
Humusz	%	3,15–3,65
$NO_3 + NO_2$-N	mg/kg	8,10–38,7
P_2O_5	mg/kg	153,0–286,0
K_2O	mg/kg	146,0–370,0
Mg	mg/kg	299,0–422,0
Na	mg/kg	64,0–92,0
Zn	mg/kg	2,30–3,10
Cu	mg/kg	4,80–6,10
Fe	mg/kg	17,0–24,0
Mo	mg/kg	0,01–0,03
B	mg/kg	0,25–0,41

11. táblázat

Az őszi búza termése Mosonmagyaróváron 1998–2004 között, a fajtakísérleti eredmények alapján (nedv. tart.: 13%)

Éréscsoport	Évek	Szemtermés a fajták átlagában, a fajták közötti ingadozás feltüntetésével		
		t/ha	%	ingadozás, t/ha
A (korai)	1998**	9,51	130	8,67–10,62
	1999*	7,91	108	7,02–8,86
	2000*	6,89	94	5,86–7,99
	2001*	5,69	78	4,88–6,61
	2002*	7,51	103	6,57–8,80
	2003*	6,39	87	5,53–7,16
	2004*	6,03	85	3,91–7,14
	1998–2004	*7,13*	*100*	–
B (középérésű)	1998**	9,45	130	7,38–10,87
	1999*	7,72	106	5,82–8,89
	2000*	6,93	96	5,56–8,27
	2001*	5,78	80	5,04–6,48
	2002*	7,55	104	6,35–8,89
	2003*	6,07	84	5,30–6,98
	2004*	8,12	110	6,72–9,06
	1998–2004	*7,37*	*100*	–
C (középkései)	1998**	9,20	124	8,25–10,55
	1999*	7,41	100	5,63–9,02
	2000*	7,19	97	6,71–7,47
	2001*	6,73	91	5,19–8,01
	2002*	7,40	100	6,65–8,14
	2003*	6,59	89	6,19–7,16
	2004*	6,91	94	5,12–8,61
	1998–2004	*7,35*	*100*	–

* száraz évek átlaga (A + B + C) = 6,91 t/ha = 100%

** csapadékos évek átlaga (A + B + C) = 9,39 t/ha = 136%

12. táblázat

A kukorica termése Mosonmagyaróváron 1998–2003 között, a fajtakísérleti eredmények alapján (nedv. tart.: 14%)

FAO-index (vizsgált fajták, fajtajelöltek száma)	Évek	Szemtermés a fajták (fajtajelöltek) átlagában, a fajták közötti ingadozás feltüntetésével		
		t/ha	%	ingadozás, t/ha
200–300 (11)	**1998***	5,8	114	4,9–7,1
	1999*	6,1	120	5,4–8,0
	2000*	4,7	92	3,9–7,0
	2001*	4,8	94	4,0–5,7
	2002*	4,1	80	2,9–5,0
	2003*	5,0	98	4,5–6,0
	1998–2003	*5,1*	*100*	–
300–400 (14)	**1998***	6,7	110	5,9–8,1
	1999*	7,3	120	6,0–9,2
	2000*	5,6	92	4,3–7,0
	2001*	5,6	92	4,8–7,7
	2002*	4,8	79	3,9–6,8
	2003*	6,3	103	5,4–7,6
	1998–2003	*6,1*	*100*	–
400–500 (8)	**1998***	10,8	121	7,3–12,4
	1999*	12,7	143	8,4–14,3
	2000*	7,2	81	6,0–9,3
	2001*	8,2	92	6,9–9,1
	2002*	5,4	61	4,1–7,5
	2003*	9,0	101	7,7–12,0
	1998–2003	*8,9*	*100*	–

* száraz évek átlaga (A + B + C) = 6,5 t/ha = 100%
** csapadékos évek átlaga (A + B + C) = 7,8 t/ha = 120%

13. táblázat

A lucerna (1–4 éves állományok) szénaértékben kifejezett hozamai Mosonmagyaróváron 1993–2003 között, a fajtakísérleti eredmények alapján

Évek (vizsgált fajták, fajtajelöltek száma: 4–9 db)	Magtermés a fajták (fajtajelöltek) átlagában, a fajták közötti ingadozás feltüntetésével		
	t/ha	%	ingadozás, t/ha
1993*	6,5	76	5,9–7,0
1994*	6,6	76	6,1–7,2
1995**	11,6	135	10,8–12,6
1996**	12,2	142	11,1–13,5
1997*	9,8	114	8,3–10,9
1998**	10,1	117	9,0–11,3
1999*	9,8	114	8,9–11,0
2000*	7,8	91	7,2–8,7
2001*	6,9	80	6,0–7,9
2002*	7,5	87	6,9–8,3
2003*	5,8	67	4,9–6,6
1993–2003	*8,6*	*100*	–

* száraz évek átlaga = 7,6 t/ha = 88%
** csapadékos évek átlaga = 11,3 t/ha = 131%

14. táblázat

A fontosabb növényfajok részesedése a szántóterületből és átlagterméseik a különböző csapadék-ellátottságú években, 1980–1994 között, a Szigetközben

Növényfaj	Részesedés a szántóterületből, %	Átlagtermés 1980–94 között, t/ha	Csapadékosabb években (586–646 mm)	Közepes csapadékú években (519–546 mm)	Száraz években (426–478 mm)
			1980–94 közötti átlaghoz viszonyított hozam, %		
Őszi búza	20,00	5,50	106,5	95,3	93,8
Őszi árpa	8,50	4,84	103,7	100,0	91,1
Tavaszi árpa	9,70	5,06	105,3	99,4	90,1
Borsó	5,90	2,76	111,6	101,1	77,5
Napraforgó	5,20	2,30	104,3	97,4	99,1
Kukorica	16,20	6,75	113,9	99,8	88,1
Silókukorica	7,70	26,70	113,2	108,3	84,6
Cukorrépa	12,00	40,68	115,4	96,7	89,7
Lucerna	3,60	32,49	108,4	96,7	95,9
Átlag	–	*100,00*	*109,1*	*99,4*	*90,0*

15. táblázat

Átlagos termésmennyiség változása a száraz években, 1980–1994 között, a Szigetközben, az altalajvíz mélysége szerint (április–szeptember)

Növények	Altalajvíz szintje, cm				
	> 150	150–200	200–300	300–500	< 500
	Termésmennyiség, %				
Őszi búza	102,0	104,4	96,4	86,4	85,1
Őszi árpa	127,1	87,2	101,4	92,6	77,9
Tavaszi árpa	104,7	93,1	92,0	84,6	79,6
Borsó	105,1	118,8	84,4	53,6	41,7
Napraforgó	103,9	130,4	123,0	91,7	73,9
Kukorica	103,9	111,8	95,3	73,5	53,6
Silókukorica	97,3	92,4	92,5	78,9	52,3
Cukorrépa*	93,3	91,3	92,8	85,2	84,8
Lucerna	100,6	97,2	99,4	95,5	67,1
Átlag	*104,2*	*103,0*	*97,6*	*82,4*	*68,4*

* pótlólagos öntözéssel

ROVAR–NÖVÉNY KAPCSOLATOK A LEHETSÉGES KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

BENEDEK PÁL

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás számos vonatkozásban befolyásolja a rovar–növény kapcsolatokat. A fő tendencia várhatóan az lesz, hogy a klímaváltozás hatására növekszik a rovarkártevők diverzitása és elszaporodása, ugyanakkor csökken a megporzó rovarok létszáma és ezzel az entomofil („díszítő") flóra, ami gátolja az entomofág rovarok elszaporodását is, és ezáltal szintén hozzájárul a kártevők sikeresebb elszaporodásához.

BEVEZETÉS

Napjainkban bizonyítottnak vehető, hogy a Föld éghajlata felmelegedő szakaszban van, amit sok ellentmondásos, vitatható adat mellett elsősorban a sarki jégsapkák jól érzékelhető, lassú csökkenése és a magas hegységekben a gleccserek lassú, folyamatos visszahúzódása igazol.

Többé-kevésbé igazolt, hogy az ember ipari tevékenységének következtében nőtt a légkör CO_2 koncentrációja, ami üvegházhatású gáz lévén, hozzájárulhat a felmelegedéshez.

Az ma mégsem dönthető el, és ezért erősen vitatott, hogy az észlelhető felmelegedés a Földgolyó éghajlatának természetes ingadozásából fakad-e, vagy pedig az ember tevékenységének a következménye *(Varga-Haszonits, 2003)*.

A felmelegedés jelensége azonban akkor is létezik, ha okát ma még nem tudjuk egyértelműen megfogalmazni. Mivel a jelenség létezik, foglalkoznunk kell annak hatásaival az élővilágra, és az élővilágot termelő eszközként felhasználó, illetve az élővilágot technológiai műveleteivel erősen befolyásoló mezőgazdaságra.

Ennek a problémának eddig kevéssé kutatott területe a rovar–növény kapcsolatok várható alakulása.

A ROVAR–NÖVÉNY KAPCSOLATOK

A rovarok és növények kapcsolata a földtörténet során hosszú időre, közel 400 millió évre tekint vissza, amikoris a növények már benépesítették a szárazföldeket, de az állatok közül az ízeltlábúak voltak az elsők, melyek akkor a földi élet bölcsőjéből, a tengerekből kezdtek kitelepülni a szárazföldekre, az ott már tenyésző növényi szerves anyag kiaknázására.

A rovar–növény kapcsolatok kezdetben egyoldalúak voltak, mert a rovarok táplálékul hasznosították, tehát pusztították a növényeket, s ezt ma is teszik. Mezőgazdasági növényeinken élő képviselőiket nevezzük kártevőknek. Ez a kapcsolat csak egyoldalú előnyökkel járt, hasznos a rovaroknak, de káros a növényeknek. A növények táplálékként való hasznosítása azonban nem olyan egyszerű dolog, mert a növények – bár helyváltoztató mozgásra nem képesek – számos olyan tulajdonsággal rendelkeznek, ami gátolja a rovarokat abban, hogy sikerrel táplálkozhassanak belőlük. Mindenekelőtt kémiai gátak jelentenek komoly akadályt. Az év százmilliók során bizonyos rovarok képesek voltak ezeket a gátakat áttörni, ezért ma már igen sok faj növényevő lett, köztük sokan generalisták, mert általánosan előforduló gátakat képesek közömbösíteni, ennél

is többen specialisták, mert speciális gátak közömbösítésére váltak képessé, a rovarok és a növények kölcsönös alkalmazkodásának eredményeként.

A rovar–növény kapcsolatok másik fő formája éppen ellenkező hatású, mindkét fél számára előnyös, a szimbiózis speciális esete, a növények rovarmegporzása. Ez a kapcsolat sokkal fiatalabb, bár bizonyos jelei már 250 millió évvel ezelőtt megjelentek, fejlett, specializált formái (méhek) viszont alig néhány tízmillió éve. A rovar–növény kapcsolatoknak ez a formája az ember – a mindennapi ember – számára nem olyan feltűnő, mint a növényevő rovarok létezése, vagyis a kártevők és a növények kapcsolata. Ugyanakkor a magasabb rendű növényfajok többsége a rovaroknak ezen tevékenysége nélkül ma már nem képes szaporodni, rovarmegporzás nélkül nem hoz termést, nem terem gyümölcsöt. Az nem vitatható, hogy a növényi biomassza tömegét túlnyomó részt szélmegporzású (anemofil) növényfajok alkotják, nagy, zárt állományokban (ez a pollenátvitel evolúciós tekintetben ősibb, de kevésbé hatásos, sok tekintetben „véletlenszerű" formája). A rovarmegporzású (entomofil) növények a természetes flórában elszórva fordulnak elő, és a biomassza sokkal kisebb részét teszik ki. A rovarmegporzás azonban a megporzó ágens és a növény között kölcsönös alkalmazkodást, mindkét oldalról specializációt tesz lehetővé (amire a szélmegporzásnál nincs lehetőség, hiszen a szél nem alkalmazkodik a növényekhez, hanem csak a növények a szélhez). Ez az oka annak, hogy a magasabb rendű növények között, a rovarmegporzású növénycsoportokban nagyobb a fajgazdagság, a diverzitás. A rovarmegporzású növények alkotják a flóra, mondhatni „díszítő-értékű" elemeit.

A klímaváltozás hatását a kártevőkre jobban ismerjük, azt többen is tanulmányozták, a megporzó rovarok esetében azonban alig van adat, erről úgyszólván csak saját hazai kutatásaink eredményei alapján alkothatunk képet.

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A KÁRTEVŐKRE

A növényevő rovarok esetében a klímaváltozás hatásait a következőkben foglalhatjuk össze *(Kozár, 1977, 2001; Holb, 2001; Vörös – Maros, 2004)*.

1. *Déli fajok terjedése észak felé.* Sok olyan rovarfajt, főként kártevőket figyeltek meg az elmúlt évtizedekben, amelyek az északi féltekén a déli, melegebb tájakról fokozatosan észak felé terjeszkednek. Ezt általában a klíma-melegedés egyértelmű bizonyítékának tartják. Bizonyítékul említenek több olyan fajt is, amelyeket az elmúlt évtizedekben más kontinensekről véletlenül hurcoltak be Európába. Talán véletlenül a kontinens déli vidékeire, és onnan azóta észak felé (is) terjedőben vannak.

Ugyanakkor egyes rovarok esetében – bár ez kevésbé feltűnő, és főként kevésbé vizsgált probléma – ellentétes mozgás, észak-déli irányú terjedés figyelhető meg. Erre eklatáns – de eddig feltáratlan – példa egy szitakötő *(Sympetrum pedemontanum)* esete, amely boreális eurázsiai faj. Nálunk az 50-es évekig csak a Bükk hegységből, Jávorkútról volt ismeretes, ezen kívül csak Szatmárban találták meg, Csarodán. Saját kutatásaink során a 60-as években a Bakony északi peremén, Tapolcafő-Pápa közelében mutattuk ki, és a legutóbbi években a Szigetközben (Lipót, Ásványráró), a Kisalföld nyugati felében (Kapuvár), sőt a Tiszántúlon is sokfelé megtaláltuk (Tiszafüred, Abádszalók). Ezek, és más hasonló példák is bizonyítják, hogy a rovarok terjedése az északi féltekén nem csak délről északi irányban történik, valószínűleg főként az enyhülő teleknek köszönhetően, hanem ellenkező irányban, északról délre is, bizonyára a relatíve hűvösebb nyarak hatásaként. Hasonló eset a déli féltekén is előfordul, pl. Dél-Afrikában megfigyelték egyes rovarok terjedését melegebb, szárazabb országrészből hűvösebb nyarú és nedvesebb telű területek felé *(Giliomee, 1997)*.

Nem kétséges, hogy Európában jóval több délről északi irányban terjedő rovarról tudunk, ezek között több növényi kártevő is van, de ezzel párhuzamosan északról déli irányban haladó terjedés is folyik. Maga a folyamat természetes jelenség, hiszen amely élőlény nem képes folyamatosan aktív terjedésre, vagyis időről-időre új biotópok meghódítására a folyton változó (egy bizonyos helyen előbb-utóbb kedvezőtlenre forduló) környezeti viszonyok között, az hosszabbrövidebb idő után eltűnik a Föld színéről, mert kipusztulásra van ítélve.

2. *Migráció, invázió.* Néhány kártevő rovar esetében feltűnő, hogy az utóbbi évtizedekben Dél-Európában, illetve esetenként Észak-Afrikában kialakuló gradációk nyomán nálunk is tömeges bevándorlást (inmigráció) figyelhetünk meg, s ez komoly kártételek kialakulásához is vezet *(Kozár, 1997, Vörös – Maros, 2004)*. Hasonló esetek a klíma-melegedés hatására a jövőben gyakoribbá válhatnak.

3. *Tömegszaporodások kialakulása.* Számos nálunk honos kártevőről tudjuk, hogy meleg nyarakon, s különösen több egymást követő meleg nyár esetén tömegszaporodás alakulhat ki *(Benedek et al., 1974)*. Ezek közül egyesek az utóbbi évtizedekben gradációt mutattak *(Kozár, 1997, 2001)*, míg mások esetében – bár várható lett volna (pl. gabonapoloskák) – nem következett be tömegszaporodás. Mindenesetre a klíma melegedése esetén várható a melegkedvelő (és száraz nyarakat kedvelő) kártevők gyakoribb tömegszaporodása agrárterületeinken.

A hatás azonban nem minden esetben azonos irányú, mert pl. az enyhe telek egyes rovaroknál elősegítik, míg másoknál fékezhetik a tömegszaporodást. Ugyanakkor a hőmérséklet emelkedése befolyásolhatja egyes rovarok éves fejlődési menetét, esetleg nemzedékszámát. Soknemzedékű rovaroknál (és atkáknál) ez tömegszaporodásukat segíti elő. Ezzel szemben más rovaroknál csonka nemzedék kialakulásához vezethet, ami nem produkál áttelelni képes egyedeket, s mivel a telelésre felkészületlen, „túl fiatal" egyedek téli pusztulásra vannak ítélve, a csonka nemzedék megjelenése végeredményben veszteséget jelent e rovarpopulációk számára.

4. *Diverzitás. Kozár (1997)* rámutatott, hogy déli fajok északi irányú terjedése a nálunk megtelepedő rovarfajok számát növelheti. A felmelegedés ugyan bizonyos fajok areájának északra tolódásához és ezáltal hazai megritkulásukhoz, sőt eltűnésükhöz vezethet, de sokkal több faj elmozdulása és betelepedése várható délről, ami végül is a nálunk megtelepedő meleg és szárazságkedvelő rovarfajok számát emelve növeli a biodiverzitást.

5. *Közvetett hatások a növényevő rovarokra.* A klímaváltozásnak, és a légköri CO_2 koncentráció ebben nagy szerepet játszó növekedésének azonban nem csak közvetlenül, hanem a növényekre gyakorolt hatása révén is nagy befolyása van a növényevő, mezőgazdasági kártevő rovarokra *(Holb, 2004)*.

a) A növekvő CO_2 koncentráció hatására várhatóan fokozódik a növények növekedése, s az így megnövekedett föld feletti növénytömegben valamivel nedvesebb állományklíma alakulhat ki, ami nem a melegszáraz, hanem a nedvesebb mikroklímát igénylő rovarkártevők elszaporodását segítheti elő.

b) Ugyanakkor a növekvő légköri CO_2 koncentráció hatására megváltozhat a növények C:N aránya, s a növényi szövetek mérséklődő N-tartalma befolyásolhatja a növényi nedvekkel táplálkozó szúró-szívó szájszervű rovarok elszaporodását, hiszen ezek legfőképpen csak fehérjéket (N-tartalmú vegyületeket) tudnak hasznosítani táplálékukból, s a szénhidrátok (C-tartalmú vegyületek) zöme emésztetlenül halad át emésztőcsatornájukon (pl. levéltetvek mézharmata). A növények tehát megváltozott C:N arányuk

miatt kevésbé lesznek vonzóak számukra, és így elszaporodásuk mérséklődhet.

6. *A kártevő rovarokról általában.* A kártevő rovarokat illetően tehát végül is döntően növekvő kártételekkel számolhatunk, mert egyrészt délről nálunk eddig ritka, vagy nem honos fajok megtelepedése vagy/és rendszeres, tömeges, megújuló bevándorlása (migrációja), s tömegszaporodása várható, másrészt a nálunk honos melegkedvelő kártevők tömegszaporodásának esélye, gyakorisága is növekedhet.

Nagy a valószínűsége annak, hogy felmelegedés esetén megváltozik a növények kártevőinek ma megszokott aránya. Olyan melegkedvelő kártevők szaporodhatnak el tömegesen, amelyek ma ugyan előfordulnak nálunk, de eddig jelentéktelen kártételük miatt nem igényeltek védelmet. Ezek a hatások várhatóan kiszámíthatatlanul jelentkeznek majd. Egyetlen forrásból kísérelhetünk meg következtetni rá, a tőlünk délre fekvő európai államokban jellemző mai helyzet elemzéséből. A változatokat azonban nálunk számos tényező másként befolyásolhatja, mint jelenleg a tőlünk délre fekvő államokban, az ottani helyzet tehát közvetlenül nem értékelhető jövőképnek a nálunk várható változások szempontjából.

További jelentős hatás az is, hogy ha a fagyhatár a felmelegedés hatására Európában északabbra tolódik, több kártevő nagyobb létszámban tud majd áttelelni, ami bizonyos növényvédelmi problémák súlyosbodásához vezethet. Erre nézve az enyhe telek utáni évek tapasztalataiból okulhatunk.

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A MEGPORZÓ ROVAROKRA

Habár magasabb rendű növényeink virágain számos rovarcsoport képviselői megfordulnak, egyes kivételnek számító növényeket nem számítva azt állíthatjuk, hogy a növények igazán hatásos megporzói a méhalkatú rovarok. Ezek közül nálunk a közvélemény inkább csak a mézelő méhet ismeri, ami – lévén népes családokban élő, valódi társas (euszociális) rovar – nagyon sokféle virágszerkezetű növény látogatására, kiaknázására kényszerül, s így euszociális életmódjából fakadóan – faji szinten – kevés a lehetősége a specializálódásra. Ráadásul nálunk nem is őshonos, emberi tevékenység (méhészkedés) nélkül nálunk fennmaradni sem volna képes (teleinket szabadban nem bírja éveken át elviselni). Sokféle növényt látogat, és ezek többségén többé-kevésbé hatásos a megporzásban is, habár a specializált vadméhek többnyire effektívebbek, egyes növényeken pedig kizárólag ezek eredményesek megporzó ágensként.

Hazánkban közel 700 vadméhfaj él, s ezekre nézve a klímaváltozás hatásait illetően eddig – hazai, ill. nemzetközi vonatkozásban – semmit nem tudtunk. A probléma megközelítésére azok a kutatások adnak alkalmat, amelyeket újabban a lucernát megporzó vadméheken végzünk. A lucernásokban ugyanis a hazai 700 vadméhfajból több mint 150 fajt mutattunk ki. Mivel három időszakból, az 50-es évek közepéről, a 60-as évek végéről és a 70-es évek elejéről, majd új kutatásaink nyomán 1998-tól napjainkig terjedő időszakból széleskörű, azonos országrészekre kiterjedő adatokkal rendelkezünk, egyedülálló lehetőség nyílott arra, hogy a változó mezőgazdaság vadméhekre gyakorolt hatását elemezzük.

Megállapítottuk, hogy az 50-es évektől a 60-as évek végéig, ill. a 70-es évek elejéig a vadméh népességeken belül szerkezeti változások játszódtak le. Bizonyos változások (táblaméretek átalakulása, monokultúra elterjedése, mezsgyék felszámolása stb.) egyes vadméh csoportok erős visszavonulását váltották ki, míg másoknak kedveztek, és létszámuk növekedését idézték elő, úgyhogy a vadméhek sűrűsége összességében nem változott. Sőt, éppen annak a csoportnak a létszáma növekedett, amelyet az agrárterületeken legnagyobb mértékben érintett az

inszekticid-használat, mert ennek negatív, populáció-sűrűséget csökkentő hatásait más tényezők kedvező befolyása ellensúlyozni, sőt túlkompenzálni volt képes *(Benedek, 1998)*.

Más csoportok visszaszorulása viszont nem az inszekticid-használat következménye volt – miként azt a közvélemény és szakemberek is gondolták –, hanem a vadméhek táplálékbázisát befolyásoló kémiai gyomirtás flóra-átalakító hatása és az útszéleken, árokpartokon jellemzővé váló rendszeres kaszálás, ami szintén táplálékforrásuk (a növények virágainak) időleges eltűnését vonta maga után.

Kutatásainkat legutóbb (1998-tól) azért kezdtük újra, mert azt gondoltuk, hogy a rendszerváltozás után a mezőgazdaság szerkezeti változásai (táblaméretek csökkenése stb.) a vadméhek számára kedvező változásokhoz – részben a régi, 50-es évekhez hasonló viszonyok újbóli kialakulásához – vezet. Meglepetéssel tapasztaltuk azonban, hogy az a vadméh csoport, amelynek létszáma korábban lecsökkent, ma is ugyanolyan minimális sűrűségi szinten maradt, s az a csoport, amelynek létszáma a 60-as, 70-es években nőtt, szintén erőteljesen lecsökkent. Most tehát nem szerkezeti átalakulásnak, hanem az össz-vadméh létszám csökkenésének vagyunk tanúi!

Ennek okát kutatva kiderült, hogy a fő probléma minden vadméh csoport számára a táplálékforrásul szolgáló virágzó növényzet átalakulása. A vadméheknek leginkább alkalmas növények – pillangósok, ajakosok, érdeslevelűek, tátogató-félék – ugyanis a herbicidekre leginkább érzékeny növények közé tartoznak, így a szántóföldről és közvetlen környékükről visszaszorultak. Helyüket fűfélék és toleráns gyomfajok foglalták el *(Solymosi, 2005)*, amelyek a vadméheknek pollenforrásul egyáltalán nem (fűfélék), vagy csak kevéssé alkalmasak.

Ugyanakkor úgy tűnik, hogy a klímaváltozás, vagyis a melegedés, sőt a légköri CO_2 koncentráció növekedése is főként olyan növényfajoknak, C_4-es típusú gyomoknak (fűféléknek, amarántféléknek, fészkes virágzatúaknak) kedvez, amelyek a vadméheknek alkalmatlanok táplálékforrásul (fűfélék, amarántfélék), vagy pedig főként az esztendő meghatározott, korlátozott időszakában (a nyár derekától őszig) adnak táplálékforrást, ami igen sok korábban, vagy korábban is rajzó vadméh számára már későn van, hiszen ha eddig nem állt rendelkezésre alkalmas táplálékforrás, túlélésük a nyár derekáig lehetetlen. Ez azt jelenti, hogy a klímaváltozás erősíti azokat a folyamatokat, amelyek a mezőgazdaság változó viszonyai (fejlődése!?) miatt a vadméhekre amúgy is kedvezőtlenek.

A vadméhek esetében tehát várható, hogy a már most érzékelhető jelentős létszámcsökkenés, a mezőgazdaság átalakulása mellett, a klímaváltozás hatására is tovább folytatódik. Ugyanakkor sajnálatos, hogy a következő évtizedekben a mézelő méhek mai, európai kitekintésben igen kedvezőnek mondható, egyedülállóan nagy hazai létszáma is csökken, mert a piaci viszonyok alakulása korlátozza a ma nagy számú, kis méhészetek létalapjait. A méhészet koncentrálódik, több száz vagy ezer méhcsaláddal dolgozó, nagy méhészetek alakulnak ki (ill. csak ezek maradnak fenn tartósan), de az ezek által tartott méhcsaládok száma nem pótolja a rengeteg kis méhészet várható megszűnése miatti drasztikus csökkenést.

A változások egyetlen kedvező momentuma az, hogy legújabb kutatásaink szerint a vadméhek diverzitása az összlétszám csökkenése ellenére sem mérséklődik, hanem megmarad, sőt talán déli fajok megtelepedésével még fokozódik is. Ez a tendencia egybevág azzal a tapasztalattal, amit más rovarokra vonatkozóan már eddig is feltételeztünk *(Kozár, 1997)*.

A megporzó rovarnépesség változásainak hatása a virágzó flórára

A méhalkatúak – a vadméhek és a mézelő méhek – várhatóan jelentős mértékben csökkenő létszáma azonban sajnálatos

módon hatással van a virágzó flórára is. Ha kevesebb a hatásos megporzó rovar, akkor csökken az entomofil növények szaporodási esélye, ami a méhek táplálékbázisának (a „díszítő flóra" elemének) csökkenését okozza, és a méhek számára alkalmatlan, szélporozta növények további térhódításának lehetőségét teremti meg. Ez a méhek létszámának további csökkenését idézheti elő, így a méhek és a rovarporozta növények kölcsönhatásában egy csökkenési spirál indulhat be, ami várhatóan a mainál csak sokkal alacsonyabb szinten fog stabilizálódni.

A flóra változás hatása az entomofág rovarokra

Ugyanakkor a virágzó („díszítő") flóra csökkenése a méheken kívül hatással lesz számos entomofág (rovarevő), ragadozó rovar és főként parazitoid rovarellenség szaporodására is, hiszen ezek imágó fázisban szintén virágokon (nektárral) táplálkoznak, s ha az imágók táplálékforrása csökken, hiába több a prédaállat (növényevők, kártevők), létszámuk nem növekedhet, tehát növekszik a növényevők (kártevők) elszaporodási esélye.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) BENEDEK P. (1998): Ecological impact of changing agriculture on wind bees pollinating lucerne in Hungary. In: Tenk A. – Szabó Z. – Goda M. (eds.): Agricultural challenges and EU enlargement. Pannon University of Agric. Sci., Mosonmagyaróvár, 151-163. pp. (2) BENEDEK P. – SURJÁN J. – FÉSŰS I. (1974): Növényvédelmi előrejelzés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (3) GILIOMEE, J. H. (1997): Native insects expanding their range in South Africa. Acta Phytopathol. Entomol. Hung., 32(1-2): 157-160. pp. (4) HOLB I. (2004): A légköri CO_2 koncentráció és hőmérsékletváltozás hatásai a növénykórokozókra és az állati kártevőkre. „AGRO-21" Füzetek, 34: 129-138. pp. (5) KOZÁR F. (1997): Insects in a changing World. Acta Phytopathol. Entomol. Hung., 32(1-2): 129-139. pp. (6) KOZÁR F. (2001): A globális felmelegedés: kártevő rovarokra és gyomokra gyakorolt hatásainak elemzése, vizsgálati módszerek kidolgozása és indikátor fajok kijelölése. In: Kovács F. – Kovács J. – Banzerowski J.-né: Lehetőségek az agrártermelés környezetbarát fejlesztésében. „Magyarország az ezredfordulón". Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián, MTA Agrártud. Oszt., Budapest, 141-147. pp. (7) SOLYMOSI P. (2005): Az éghajlat változásának hatása a gyomflórára a hazai kutatások tükrében, az 1969 és 2004. közötti időszakban. Növényvédelem, 41(1): 13-24. pp. (8) VARGA-HASZONITS Z. (2003): Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati szcenáriók. „AGRO-21" Füzetek, 31: 9-28. pp. (9) VÖRÖS G. – MAROS P. (2004): Aszályos 2003. év – súlyos növényvédelmi gondok a Tolna megyei kukoricásokban. Növényvédelem, 40(6) 287-292. pp.

A KLÍMAVÁLTOZÁS AGRÁRMŰSZAKI VONATKOZÁSAI

NEMÉNYI MIKLÓS

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás hatásainak ellensúlyozásában a fajták, hibridek, technológiák mellett az agrárműszaki megoldások jelentős szerepet játszanak a felkészülésben, a lehetséges károk megelőzésében. A felkészülési folyamatban az alkalmazkodó, fenntarthatóságot szolgáló talajművelés és technikai feltételeinek megteremtése egyike a kulcsfontosságú feladatoknak. Ez azért is fontos, mert az utóbbi másfél-két évtizedben romlott a talajművelés színvonala, ami hátrányosan hatott a növények vízellátására – a vízbefogadás, vízmegőrzés csökkenése miatt –, s a gyomosodás mérséklésére.

A száraz körülményekhez alkalmazkodó talajművelés ismert, és eszközei rendelkezése állnak. Abban, hogy ezeket mégsem használják szélesebb körben hazánkban, több paraméter folyamatos regisztrálása, a talajok csökkenő széntartalma, az erózió veszélyének fokozódása. A klímaváltozás ellensúlyozásában növekvő szerepe van a szemcseösszetételnek, valamint a talajtömörödés megelőzésének, illetve megszüntetésének. Meg-nő a talaj jellemzőinek – talajtömörödöttség, talajnedvesség, vízvezető képesség – mérése, különféle mérési módszerek alkalmazása.

Célszerű szorgalmazni a korszerű talajművelési eljárásokat és eszközeik beszerzését (Jóri J. István és munkatársai eszközrendszerei, Fenyves László által kidolgozott ekét stb.).

Az öntözés szélesebb körű alkalmazásában az NyME MÉK Agrárműszaki, Élelmezésipari és Környezettechnikai Intézetében kidolgozott barázdás öntözés hatékonyságát fokozó módszere nyújthat segítséget.

Fokozódik a higtrágya kijuttatásának, valamint a komposztálásnak is a szerepe korszerű technikák és technológiák segítségével.

Minden kétséget kizáróan a klímaváltozással járó felmelegedés, szárazodás káros hatásainak mérséklésében, kivédésében újszerű és hatékony megoldásokat ígér a műholdakra alapozott (GPS) precíziós mezőgazdasági termelés műszaki feltételrendszere, melynek üzemi tapasztalataiban az NyME MÉK említett Intézetében NKFP projekt keretében végzett kutatásai jelentős haladást értek el, például a talajtömörödés helyspecifikus mérésében.

BEVEZETÉS

Nem egyszerű a valószínűsíthető klímaváltozás agrárműszaki felkészüléséről írni, mert ha a klímaváltozás olyan mérvű, hogy akár új, eddig a Kárpát-medencében nem honos, melegégövi növényfajok termelését vonja maga után, akkor új technológiákat kell alkalmazni, ill. az azokat megvalósító teljesen új gépeket és berendezéseket hazánkban üzembe helyezni. Ha a klímaváltozás „csak" azt jelenti, hogy gyakrabban, ill. az eddigieknél hosszabb ideig jelentkeznek szélsőséges időjárási periódusok (szokatla-

nul meleg nyarak, az évi csapadék jelentős csökkenése stb.), akkor a megfelelő fajták és hibridek, valamint a termesztéstechnológia és az ahhoz kapcsolódó technika korszerűsítésével jelentős eredmények érhetők el. A tanulmány összeállításában elsősorban ez utóbbiból indultam ki.

A problémakör bonyolultságát növeli, hogy a feladatokat a környezet- és természetvédelem, az ökológiai egyensúly fenntartásának figyelembevételével kell megfogalmazni, ill. megoldani.

Láng István [26] átfogó (globális környezetvédelmi) szemlélettel megírt könyvében az IBM, *a Nemzetközi Biológiai Program* feladatait összefoglalva a következőket írja: *„Az emberiség, és ezen belül a rosszul tápláltak számának növekedése azt követeli, hogy növeljük az élelmiszerek mennyiségét, és ezt párosítsuk a természeti erőforrások ésszerű felhasználásával... Az emberi tevékenység viszont igen gyors és lényeges változást okoz a környezetben. Erre is nagy figyelmet kell fordítani."* Ugyanebben a műben a szerző az ENSZ *Egyezmény az elsivatogosodás és az aszály elleni küzdelemről* célkitűzései és feladatai között a következőkre hívja fel a figyelmet: Az elsivatagosodással és az aszállyal kapcsolatos monitoring-rendszerek kifejlesztése és üzemeltetése; A talajréteget védő növénytakaró megóvása; A vidéki népesség támogatása a fenntartható területhasználati rendszerek bevezetésében; Megelőző eljárások érvényesítése, amelyek között a talajvíz veszteségét csökkentő, a nedvességkészletek növelését elősegítő eljárásoknak kiemelkedő jelentősége van.

„A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az arra adandó válaszok", az ún. VAHAVA program kapcsán a következőket olvashatjuk *Láng István* tollából, a klímaváltozással kapcsolatos nemzetközi véleménykülönbségekről [27]: *„A vita akörül csúcsosodott ki, hogy a változás most már meghatározott emberi tevékenység által kiváltott (antropogén jellegű) folyamat-e, vagy csupán egy természetes ingadozás része, ami korábban is előfordult már, de akkor még nem állt a világ közvéleményének figyelmében."*

Ezek a kérdések természetesen nem csak a globális klímaváltozás elemzésekor, hanem az egyes ökológiai egységekben lejátszódó állapotváltozások vizsgálatakor is felmerülnek.

Az ökológiai, ill. azon belül az agrárökológiai rendszerek és az egyértelműen antropogén jellegű technológiák, ill. azok műszaki elemei, amelyekbe ma már természetesen az informatikai hátteret is bele kell érteni, két oldalról is érintettek: egyrészt nem vitatható, hogy a klímaváltozásoknál szerepet játszanak, másrészt a hatások megszüntetése terén várhatóan fontos szerepet kell vállalniuk.

A TALAJ, A TALAJMŰVELÉS

Cselőtei László és *Harnos Zsolt* [7] a múlt évtized derekán a következőket írta: *„A talajművelés a korábbi évtizedekben sem volt a rangjának megfelelő helyen, utóbbi évtizedekben pedig régen tapasztalt színvonalra süllyedt. Nem segíti elő a víztakarékosságot, a talajok vízbefogadását, vízmegőrzést, így a növények vízellátását. A megkésett, rossz minőséggel elvégzett talajmunkák gyomirtó hatása sem érvényesül."*

Várallyay György [70, 71] részletes leírást ad a talaj rendeltetéséről. Az általa említett széleskörű funkciókból a következőket szeretném kiemelni: *„A talaj a bioszféra nagy kiegyensúlyozó képességgel (pufferkapacitással) rendelkező eleme, amely egy bizonyos határig képes mérsékelni, tompítani a talajt érő különböző stresszhatásokat. Ilyet természeti tényezők (légköri aszály, túl bő nedvességviszonyok, fagy stb.) is kiválthatnak. Egyre fenyegetőbbek és súlyosabbak azonban az ember által okozott különböző stresszhatások: komplex gépsorok és nehéz erőgépek alkalmazása, nagyadagú műtrágya- és növényvédő szer használata; a koncentrált állattartó telepek hígtrágyája, az*

ipar, a közlekedés, a településfejlesztés és a városiasodás szennyező hatásai, elhelyezendő hulladékai, szennyvizei; a felszíni bányászat. A társadalom egyre inkább arra kényszerül, hogy a talaj tompító képességét igénybe vegye, kihasználja, néha sajnos visszaélve ezzel a lehetőséggel." A következőkben a fenti gondolatokra alapozva kísérelem meg a témakör tárgyalását.

„Történelmi" előzmény

A száraz körülményekhez alkalmazkodó talajművelés nem új keletű. Több mint nyolcvan éve *Gyárfás József* [12], aki *Magyaróváron az Országos Magyar Királyi Növénytermelési Állomás* igazgatója volt, több kiadást megért könyvet jelentetett meg a „szárazságban" történő sikeres gazdálkodásról. A hézagpótló könyvben a szerző felhasználta amerikai tapasztalatait is. Az első kiadás előszavában a következőket írja: *„Nem egészen áll tehát az a kedvelt mondás, hogy: „Az időjárás a gazda!" Igaz ugyan, hogy a termés nem kismértékben az időjáráson múlik, de másrészt nem csekély arányban függ a gazda tudásától és felszereltségétől is. És ha már az időjárást irányítani nem tudjuk, nekünk kell hozzá alkalmazkodnunk, vagyis a szárazsághoz mérten gazdálkodni.*" *Gyárfás* véleményét alapul véve, vegyük sorba azokat a korábbi, sok esetben már a 19. század második felében ismert eljárásokat, amelyek sok tekintetben a jelen helyzetben is támpontul szolgálhatnak.

A Campbell-féle talajművelési rendszernek az a lényege, hogy a talajt *„egyrészt a lehető legtöbb nedvesség befogadására, másrészt annak legjobb megőrizhetésére képessé tenni*" Ezt úgy érik el, hogy az eke után a Campbell-féle mélytömörítő hengert alkalmazzák, amelynek lényege, hogy a szántás után a művelés mélységében ez a különleges henger a hantokat, de különösen az üregeket megszünteti. A kiképzése olyan, hogy a felszínt morzsalékossá teszi. Ennek ellenére a Campbell-féle eljáráshoz még fogas-, ill. tárcsás boronázás is tartozik, hogy a talaj felső rétege omlós, porhanyós legyen.

A Campbell-henger nem ismeretlen, de nem is használatos a magyar mezőgazdasági gyakorlatban, de a nyugat-európai gazdálkodóknál sem fordul elő nagy számban. Ennek alapvetően az az oka, hogy az ekéhez szántáselmunkálóként kapcsolt Campbell hengerek, ill. általában az ekéhez kapcsolt elmunkálók üzemeltetése körülményes, pl. a kapcsolt gépcsoportnak nagy a fordulási sugara stb.

A forgassunk vagy ne forgassunk nem új keletű vita. *Gyárfás* a *Jean eljárást* említi, mint olyan módszert, amely az ekét teljes mértékben nélkülözi. (Jean dél-franciaországi gazda volt, aki forró és száraz éghajlat mellett nagyon meszes, középkötött vályogtalajon gazdálkodott öt-hat éves monokultúrás gabonatermelésnél.) A talajműveléskor ekét nem használtak, hanem könnyű kultivátort, amelynek művelő eszköze *hegyes fogú (véső alakú) kapa*, majd később lúdtalp kapa. A betakarítás után azonnal elkezdték a tarlóhántást, majd azt az októberi vetésig 10–14 naponként megismételték, és végül a talaj 20 cm-es felső rétege művelés alá került. Az említett művelőeszköz rendelkezésre áll. Ugyanakkor kérdéses, hogy az 5–6-szor elvégzett művelet okozta talajtaposás milyen következményekkel jár.

A tarlóhántásra javasolt eszközök, természetesen nem fogatos kivitelben, jelenleg is ismertek. Érdekesség a hántó eketestekkel felszerelt fogatos kultivátor. Ez a mai gyakorlatban nem használatos.

Gyárfás felteszi a kérdést: „Milyen mélyen törjük fel a tarlót?" Ez természetesen technológiai kérdés, ezért ebben nem kívánok állást foglalni. Ugyanakkor kijelenthető, hogy a jelenlegi eszközök bármely mélységben alkalmasak tarlóhántásra, ill. tarlószántásra. *Gyárfás* szerint a *„Talajművelésnek .... a legnagyobb hibája: a mindenáron való szántogatás akkor is, ha a talaj állapota meg nem engedi, és ha vele a földet évekre elrontjuk.*"

A száraz-gazdálkodás különleges talajművelő eszközei és gépei között említi a tárcsás boronát különböző kialakítású tárcsalevelekkel, a csillagos-, a sima-, a gyűrűs-, *a Cambridge- és a Cambridge-Croskill* hengereket. Ezek az eszközök természetesen ma is a rendelkezésünkre állnak, ill. használatosak.

Újnak minősíthető, tarlóhántásra kiválóan alkalmas *a Consertill* kultivátor (ez az eszköz az elmúlt évtizedekben került be a gyakorlatba, elsősorban a kukoricatarló hántására), amelynek rugós szárú művelő eszközei kis mértékben csavart palástfelületűek, amely révén bizonyos forgató hatással is rendelkeznek. Az elmúlt évtizedek újdonsága ugyancsak a Finnországból származó *ásóborona*, amely a felszíni talajművelés (6–12 cm), a szántás elmunkálás és a magágykészítés eszköze.

Az említett két gépen túl van egy olyan csoportja a talajművelő gépeknek, amelynek eszközei 80–100 éve még nem álltak rendelkezésre, ezek pedig a kényszerhajtású gépek: *forgó- és lengő boronák, ill. a talajmarók* [2, 3, 16], bár ez utóbbiak elődjének tekinthetők pl. a *Kőszegi-féle* talajművelő gépek, amelyek már akkor is ismertek voltak.

Joggal megfogalmazható a kérdés: Ha ezek az eszközök ma is megvásárolhatók, akkor vajon miért nem használják ki előnyeiket? Ennek nem csak az az oka, hogy a felsorolt talajművelő gépek üzemeltetése nagy szakértelmet és számos paraméter, mindenekelőtt a talajnedvesség és -hőmérséklet folyamatos regisztrálását igényli. Gondot jelent az is, hogy az utóbbi évtizedekben nem csak hazánkban, de valamennyi fejlett agrárkultúrával rendelkező országban jelentősen csökkent a talajok széntartalma [15], ami a talaj vízmegtartó képességének fokozását célzó műveletek után erózióveszéllyel járhat. Vagyis a jelenlegi helyzetben a talajok állapota nem teszi lehetővé, hogy az ún. konzerváló talajművelés (Conservation Tillage: CT) nyújtotta lehetőségeket teljes mértékben kihasználjuk. Érdekes módon elsősorban Nyugat-Európában terjedtek el ezek a módszerek, ahol az aszályos időszakok nagyon ritkák, ugyanakkor a nedves talajnál nem jelentkezik pl. a széleróziós hatás. Természetesen száraz körülmények között is használhatók a talaj felső rétegének intenzív megmunkálását célzó műveletek, ekkor azonban az öntözés nem kerülhető el.

A talajművelés hatása a talaj fizikai tulajdonságainak változására

a) *A szemcseösszetétel*

A szemcseösszetétel szerint a talajokat különböző textúra csoportokba sorolhatjuk [65]. Az értékelés a három fő szemcsefrakció alapján történik: a homok, az iszap és az agyag. A csoportosítást tovább lehet finomítani. A textúra osztályok megállapítására leggyakrabban háromszög diagramot használnak.

Agronómiai szempontból nem az aggregátumok morfológia tulajdonságai (a három fő szerkezeti egység: a köbös, a hasábszerű és a lemezszerű), hanem azok mérete és a különböző méretű egységek százalékos aránya a mérvadó.

A szántóföldi kultúrák igénye pl. a talaj aprózottságával szemben az 1. táblázatban [5] látható.

Az 1. táblázattal kapcsolatban a következő kérdések merülhetnek fel: (1.) A talaj aprózottságának szükséges mértéke az adott talajtípusnál milyen fizikai állapotban hozható létre? (2.) Ezt az állapotot milyen fizikai jellemzőkkel tudjuk leírni? (3.) Ennek változását milyen műszaki-informatikai rendszerekkel tudjuk nyomon követni? (4.) Milyen eszközök, ill. azok milyen üzemeltetési jellemzők mellett hozzák létre a szükséges aprózottságot úgy, hogy az adott technológia az energetikai és környezetvédelmi (beleértve természetesen a talajvédelmi) elvárásoknak is eleget tegyen? Bonyolult függvénykapcsolatokról van tehát itt szó, ezért senkitől sem várható el, hogy akár a legalaposabb és legszélesebb körű felké-

szültség mellett is megoldjon olyan feladatokat, amelyekhez nagy adatbázisok, ill. azok elemzése szükséges.

b) *A talajművelési eljárások hatása a szemcseösszetételre*

A különböző talajok szemcseeloszlás görbéit log–log diagramban az 1. ábra [63] mutatja.

Az aggregátumok mérete megközelítőleg log-normális eloszlást mutat, az eloszlás jellemzőit természetes és mesterséges tényezők, ill. hatások is befolyásolják.

Az egyes talajművelési eljárások jelentősen befolyásolják a szemcseméretet és a pórustérfogatot is: 2., 3. és 4. ábra [61, 63].

Ugyanakkor az adott talaj különböző állapotaiban eltérő a rögtöréshez szükséges erő, ill. munka. Ebből egyértelműen következik, hogy a törőerő mérésével sok információt kaphatunk a talaj aggregátumok darabolódási folyamatára, ill. a kialakuló szemcseméret eloszlásra [8, 64].

Nyilvánvaló, hogy a fenti jellemzők egyéb fizikai paramétereket is befolyásolnak, pl. a pF görbéket. Az 5. és 6. ábra [5] jól érzékelteti, hogy a különböző mélységekben az eltérő talajművelési módok, ill. a direktvetés, hogyan befolyásolják az adott talaj vízpotenciálját a nedvességtartalom függvényében. Jól látható, hogy a tárcsázás és a direktvetés különösen a gravitációs szakaszban meghatározó. Ugyancsak változik a talajművelés hatására a vízvezető képesség is: 7. ábra [56].

A fenti, tulajdonképpen kiragadott példák ellenére ki kell jelenteni, hogy a különböző művelési módok, ill. talajművelő eszközök és az azok által létrehozott szemcseösszetétel vonatkozásában hiányosak az ismereteink.

c) *A talajtömörödés*

A talajművelés egyik alapvető problémája a már említett talajtömörödés, amelynek alapvetően két okát különböztethetjük meg: 1. az erőgépek járószerkezetének tömörítő hatása; 2. a művelő eszköz okozta, ill. a művelt és műveletlen réteg között kialakuló tömődött réteg.

A járószerkezet okozta tömörödés a talaj és a gumiabroncs közötti nagyon bonyolult és sok tekintetben még nem teljesen tisztázott kapcsolatrendszer következménye [45, 62]. A problémát nagyon leegyszerűsítve a 8. ábra szemlélteti.

Vagyis a gondot az jelenti, hogy minél kisebb a kerék felfekvő felülete, annál nagyobb talajnyomás jelentkezik. A talaj rugalmas-tökéletesen képlékeny anyag [24, 39]. Ez azt jelenti, hogy egy kis terhelésnél még rugalmasan viselkedik, majd a tömörödés egy bizonyos mértéke után összenyomott állapotban marad, és a tömörítő hatás ismétlése után sincs „visszarugózás". Minél többször tömörítjük a talajt, annál kisebb lesz adott nyomás mellett a felfekvési felület, ami növeli a felületi nyomást. Ezért nagyon fontos, hogy lehetőleg ugyanazon a nyomon ne járjunk többször. A gumiabroncs felfekvési felülete a különböző teherbírású talajokon eltérő: 9. ábra [61].

A felfekvési felület ugyanis a talaj és a gumiabroncs együttes alakváltozásának, deformációjának eredménye. Megakadályozására alkalmazzák pl. a háromkerekű erőgépeket. Másrészről a műholdas iránytartó rendszerekkel elkerülhető az azonos nyomon történő többszöri haladás [30, 37].

A talaj taposásának egy másik, nagyon intenzív módja a barázdában való járás. *Javaslatom tehát az, hogy „hozzuk ki a barázdából az erőgépeket".* Kétségtelen tény, hogy a tarlón járásnak vannak hátrányai. Egyik éppen az, hogy a barázda fala nem tartja irányban a traktort. Ugyanakkor ez az „irányban tartás" jelentős vízszintes irányú talajtömörítést eredményez. Másrészről a barázdában járó kerekek éppen a művelési mélységben tömörítik a talajt ott, ahol azt már korábban úgyis érték mechanikai hatások. Így a tarlón járó traktor járószerkezete széles gumiabroncsú kerekek, ikerkerekek, gumilánctalp, ill. gumihevederes lehet. Ezek

mindegyike nagyságrenddel kisebb talajtömörödést okoz, mint a keskeny gumiabroncs: 8. ábra.

A kerékcsúszás növelésével növelhető az erőgép vonóereje, ill. vontatási teljesítménye. Ugyanakkor a kerékcsúszás tömörítő hatást fejt ki a talajra: 2. táblázat [20].

A táblázat azt is érzékelteti, hogy a gumiabroncs méretének (felfekvő felületének) növelésével kisebb kerékcsúszás mellett is növelhető a vonóerő, az erőgép kihasználtsága. Ugyancsak ismert tény, hogy a tömlőnyomás csökkentésével csökken a talpnyomás is: 10. ábra [20].

A talaj tömörödése, ill. tömörítése nem csak azért káros a növény számára, mert a gyökérzet nem tud megfelelően kifejlődni, és így a víz, valamint a tápanyag felvétele eleve kedvezőtlen körülmények között történik, hanem azért is, mert a tömörödés amellett, hogy növeli a talaj térfogattömegét, csökkenti annak nedvességtartalmát is.

A talaj jellemzőinek mérése

a) *A talajtömörödöttség mérés*

Az FM Műszaki Intézetében mobil talajtömörség-mérő műszert fejlesztettek ki [21], amely villanymotoros hajtású és mikroszámítógép vezérlésű.

A műszerrel laza, középkötött és kötött talajon abból a célból végeztek vizsgálatokat, hogy a lazítóék mely állásszöge ad optimális munkaminőséget és minimális energiafelhasználást.

Széles körben elterjedt hazánkban és külföldön is a *Sinóros-Szabó Botond* professzor nevéhez fűződő ún. 3T penetrométer [59, 58, 4]. Az eszközzel a talajellenállást, ill. a talaj nedvességtartalmát lehet mérni különböző mélységekben.

Az adatokat digitális formában rögzíti a készülék, azokat mind numerikus, mind grafikus formában meg lehet jeleníteni, ill. ki lehet értékelni.

b) *A talajnedvesség mérés*

A talajok nedvességtartalma mérésének elméleti alapjait és a mérőberendezések működési elvét *Rajkai Kálmán* [56] részletesen elemzi. Általánosságban használt a kapacitív módszer. Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében a 80-as évek közepén fejlesztették ki a BR–150 típusú készüléket, amelynek *„80 MHz-es oszcillátorának jele a gyűrű alakú elektródapárra csatolódik, amely a talajba helyezett műanyag béléscsőben mozgatható. A két, egymástól 15 cm távolságra lévő gyűrűelektródáról kiinduló elektromágneses (EM) tér a műanyag béléscső elektromosan semleges falán áthatol, és a talajban záródik. Az EM-tér a talaj dielektromos állandójától függően változtatja meg a fázisszögét."* A fázisszög pedig a talaj dielektromos állandójával, permitivitásával arányos. Ez a jellemző pedig a nedvességtartalom szerint alakul.

Bár sorozatgyártásra nem került sor, az intézet kifejlesztett egy legfeljebb 30 cm mélyen működő talajfelszíni nedvességmérőt is.

A másik eljárás *a TDR (Time Domain Reflectometry)*. Előnye a korábbi, a talaj dielektromos állandójának mérésén alapuló eljárással szemben, hogy a mérési eredményeket a talaj-oldat elektrolit- és sótartalma nem befolyásolja. A TDR méréseknél a reflexió idejének meghatározása alapján történik a talaj dielektromos állandójának (permitivitásának) meghatározása.

A hazai fejlesztések közül meg kell említeni a *Sinóros-Szabó Botond* és munkatársa által kifejlesztett ún. Intelligens szenzort, amely ugyancsak a TDR elven működik.

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Szigetközi Kutatócsoportja lassan két évtizede a szigetközi talajok nedvességviszonyainak változását, a talajvíz alakulását a BR–150 készülékkel vizsgálja. A tapasztalatok egyértelműen pozitívak mind a használhatóság gyakorlati oldaláról, mind a pontosság vonatkozásában. Két éve a Szlovák

Tudományos Akadémia Hidrológiai Intézetével olyan kísérletsorozatot folytatunk, amely mind a BR–150, mind az Intelligens szenzor jellemzőit ún. neutronszonda felhasználásával értékeli [44]. Megállapítottuk, hogy szignifikáns eltérés az etalonnak tekintett neutron szonda és a két műszer mérési adatai között nincs: 11. ábra.

c) *A talaj vízvezető képességének mérése*

A víztelenített talaj vízvezető képességének mérésére *Várallyay György* [56, 72, 66, 67] állandó és csökkenő víznyomásos módszerét alkalmazzák. (Nagyobb K-értéknél az ún. állandó víznyomás, kisebb értékeknél a csökkenő víznyomás eljárást használják.) A szerző a hidraulikus vezetőképesség jelentőségéről a következőket írja: A hidraulikus vezetőképesség K-értékeinek megismerésére különböző esetekben közvetlenül szükség van. *„Így pl. a talajvízháztartás pontosabb megismeréséhez. A talajvíz oldalról, illetve alulról történő utánpótlódása, illetve horizontális áramlása lehetőségeinek megállapításához, pangottságának értékeléséhez, betöményesedési lehetőségeinek, sófelhalmozó és szikesítő hatásának elbírálásához, továbbá a közvetlen gyakorlat számára is, pl. az árasztásos öntözés vízszükségletének tervezéséhez, az öntözőcsatornák szivárgási veszteségeinek megállapításához, drén-rendszerek szükségességének elbírálásához, tervezéséhez, méretezéséhez, stb.",* szikes talajok meliorációjához, továbbá *„...Érzékenyen jelzi a talaj szerkezeti állapotát, a szerkezet vízzel szembeni ellenállóságát, a pórusviszonyokat, a beszivárgás lehetőségeit, stb. Emiatt jól felhasználható egyes talajképződési folyamatok és mesterséges beavatkozások (talajművelés, talajjavítás, öntözés, stb.) talajfizikai hatásának indikálására."*

A fenti sorok egyértelműen bizonyítják a talaj hidraulikus vezetőképessége meghatározásának fontosságát.

Bár a hidraulikus vezetőképesség értékeiből következtetni lehet a talaj nedvességpotenciáljára (pF), annak mérésére különböző eljárásokat dolgoztak ki [56, 68, 69, 17].

d) *A legújabb fejlesztések*

A fenti laboratóriumi eljárásokat azért említettem, mert a szóban forgó jellemzők időben és térben változnak. A kutatók az egész világon ezeknek a jellemzőknek a változására ún. on-line módszert igyekeznek kidolgozni. Nem arról van szó természetesen, hogy egy szántóföldi mérés, amely pl. úgy valósul meg, hogy egy mérőeszközt az erőgép vontat, helyettesítheti a laboratóriumi analízist, hanem arról, hogy a változásokat érzékeljük. Ahol pedig ilyen változások jelentkeznek, ott a laboratóriumi mérésekkel vagy egyéb pontszerű mérésekkel lehet a konkrét értékeket pontosítani, meghatározni.

A 7. Precíziós Mezőgazdaság Konferencián (Seventh International Conference on Precision Agriculture, Minneapolis, July 25–28, 2004) ez volt a kutatók által leggyakrabban érintett téma. A talaj jellemzőinek folyamatos (on-line) mérésére általában két mérési módszert alkalmaznak: a vezetőképességet érzékelik, vagy a NIR technikát használják. Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy egy szenzorálási módszer általában nem elegendő a szükséges paraméterek meghatározására, ill. a kívánt pontosság elérésére. Ez annak ellenére igaz, hogy pl. a NIR technikával a nedvességtartalom mellett a talaj kémiai összetételére is lehet következtetni. Az említett konferencia érdekes tapasztalatokat nyújtott a folyamatos mintavételezés szempontjából is. A mérőrendszerek tehetetlensége ugyanis általában csak nagyon lassú haladást tenne lehetővé. Ezért az ún. kvázi folyamatos mérés is előtérbe került, amikor a mérőberendezés mintát vesz, és annak jellemzőit megméri, majd az visszakerül ismét a talajra. Ilyen eljárást mutatott be egy amerikai cég, amely a Purdue Egyetem, USA kutatóinak eredményei alapján pH mérő berendezést fejlesztett

ki. A mérések pontosítása céljából a vezetőképesség egyidejű mérésével a talaj textúrájára is következtetnek.

Talajművelés

a) *Talajlazítás*

A talajlazítás sok tekintetben az egyik leghatékonyabb talajművelési eljárás. Ugyanakkor a különböző talajtípusoknál és -állapotoknál nem ismerjük pontosan a talaj és a lazító kölcsönhatását. Ezen ismeretek hiányában pedig nem rendelkezünk a kívánt hatás (pl. szemcseösszetétel) eléréséhez szükséges ismeretekkel.

Mouazen, A. M. és a szerző [39, 40, 41, 42, 43] differenciál-egyenletrendszert dolgozott ki a talaj és a művelőeszköz kapcsolatára. A differenciál-egyenletrendszert ún. Véges Elem Módszerrel (VÉM) oldotta meg. (Itt jegyzem meg, hogy a talajrészek közötti mozgásviszonyok tanulmányozására az ún. Diszkrét Elem Modelleket is használják: DEM.)

Már említettem, hogy a talaj alakváltozási tulajdonságait rugalmas-tökéletesen rugalmatlan függvényrendszer írja le. Az egyenletek megoldását nehezíti, hogy a talajművelő eszköz hatására létrejövő feszültségek nemlineáris függvényekkel írhatók le. Az egyenletrendszerben szereplő talajjellemzők meghatározását a BME Építőmérnöki Karának Geotechnikai Tanszékén végezték. A modell használhatóságának, ill. pontosságának ellenőrzésére a Müncheni Műszaki Egyetem Agrárműszaki Intézetének talajvályújában került sor: 12. ábra.

Kaifás Ferenc [23] a hagyományos, nem numerikus eljárást követve dolgozott ki számítási eljárást az altalajlazítók tervezésére.

b) *Korszerű talajművelési eljárások*

A különböző kísérletek segítik a modellek pontosítását. A már említett program [24] keretében a kutatók a lazítók fejlesztési lehetőségeit vizsgálták. Megállapították, hogy a középmélylazítók gyártásánál cserélhető lazítóék, ill. állítható lazítószögű és szárnyszélességű szerszámok kialakítására célszerű törekedni.

Jóri J. István és munkatársai [19] talajvédő és környezetkímélő talajművelési rendszert dolgoztak ki. Ennek az a lényege, hogy a hagyományos (forgatásos) alapművelésnél a tarlót borító növényi maradványok nem kerülnek teljes mértékben aláforgatásra, hanem egy részük a talajfelszínen, ill. annak közelében marad. A rendszer elemei: a változtatható fogásszélességű és művelési mélységű eke, a változtatható munkaszélességű középmélylazító, valamint a tárcsalevelek síkjának változtatására alkalmas tárcsás borona [18]. Ez a magyar mérnökök által kifejlesztett eszköz a precíziós-helyspecifikus talajművelési eljárás egyik alapgépe lehet. Különleges ekét fejlesztett ki *Fenyvesi László* munkatársaival. Az eke vibrációját tekercsrugók biztosítják. Ez a megoldás mind a vonóerő, mind a munkaminőség vonatkozásában előbbre lépést jelent [9, 10, 11].

c) *Vetés felszíni tarlómaradvány borítottságnál*

A talaj hatékony csapadékgazdálkodásához (3. táblázat) nagyban hozzájárulhat az ún. mulcsba vetési technológia. Ennek az a lényege, hogy a tarlómaradványt, ill. annak egy részét nem forgatjuk vagy keverjük be a talajba, hanem az a talaj felszínén maradva biztosítja, hogy a talaj ne száradjon ki. A művelethez különleges kialakítású direktvetőgépekre van szükség [14].

Az öntözés, szervestrágya kijuttatás

Lelkes János és Ligetvári Ferenc 1991-ben a következőket írta az *Öntözés a kisgazdaságokban* című, az üzemeltetők számára

hézagpótló könyvükben [28]: „*Az ország aszályos térségeiben (Bács, Csongrád, Győr, Hajdú, Pest, Szolnok megyékben) az alapvető termelési eszköznek – a termőföldnek – a hatékony használatát jelentősen befolyásolja az öntözési lehetőség. E térségekben a víz a gazdasági tevékenységet sokkal nagyobb súllyal határozza meg, mint az ország más részeiben.*" Eltelt azóta 13 év, és ezek a megállapítások az egész országra igazak. Az öntözés jelentősége tehát növekedett.

Jelen tanulmányban három területet szeretnék kiemelni, amelyek véleményem szerint a szóban forgó célok érdekében előbbre lépést jelenthetnének.

Ezek pedig a következők: a) barázdás öntözés (csatornás vagy tömlős); b) a hígtrágya talajba injektálása, ill. annak szétválasztása (szeparálása) és a trágyalé öntözéssel történő kijuttatása; c) informatikai rendszer kifejlesztése a talaj nedvességtartalma időbeni és térbeni változásának folyamatos nyomon követésére, és az adatok feldolgozása alapján az öntözési technológia meghatározása.

A barázdás öntözés, amely elsősorban természetesen a kapás növényeknél jöhet szóba, nem ismeretlen hazánkban. Egyik legkritikusabb része ennek a technológiának az árok (barázda) megfelelő lejtésszögének kialakítása. A másik gond az, hogy a barázda kezdetén a víz beszivárgása sokkal intenzívebb, mint a barázda végén, ill. a beszivárgásnál a gravitációs jelleg dominál, ami azt jelenti, hogy az öntözővíz nagy része nem jut el a szaporító anyaghoz, ill. a gyökérzethez.

Ezeknek a problémáknak a megoldására az NYME Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai Intézetében talajművelő [22] eszközt fejlesztettünk ki. Ennek az a lényege, hogy a barázdafeneket kissé tömörítjük (ezzel a lejtésszög is „pontosítható"), és a barázda oldalfalát megnyitva a víz beszivárgási irányának vízszintes összetevőjét megnöveljük. Kísérleteink szerint ezzel az oldalirányú vízbeszivárgás 10–20%-kal növelhető: 13. ábra.

A hígtrágya talajba injektálása több szempontból is nagyon kedvező. (Vannak országok, amelyek nem is engedélyezik a hígtrágya kijuttatását a felszínre!) Egyrészt párolgás gyakorlatilag nincs, tehát a folyadék-hasznosulás 100%-os – ennek természetesen az egészségügyi vonzata sem elhanyagolható –, másrészt a szerves összetevők, ill. a tápanyagok közvetlenül a talajba kerülnek.

A kijuttatásra olyan korszerű eszközök állnak a rendelkezésünkre, amelyek mind a hosszirányú (haladási irány), mind a keresztirányú szórásegyenletességet biztosítani tudják.

A szükséges talajjellemzők ismeretében a kijuttatás lehet műholdas irányításra alapozott precíziós-helyspecifikus.

A trágyalé öntözőrendszerrel történő kijuttatása előtt az átlagosan 8–10% szárazanyag tartalmú trágyaléből a szárazanyag nagy részét el kell távolítani, és a 3%-nál kisebb szárazanyag tartalmú folyadék (Newtoni-folyadék) – akár további hígítással – már közvetlen kijuttatható az öntözőrendszerrel. A leválasztott, istállótrágya konzisztenciájú „száraz" anyag szerves szárazanyag hozzákeverésével istálló trágyaszórókkal kijuttatható. Miután tápanyag szempontjából ez az anyag homogénnek tekinthető, ugyancsak szóba jöhet a precíziós-helyspecifikus kijuttatás.

Az *informatikai rendszer kifejlesztése a talaj nedvességtartalma időbeni és térbeni változásának nyomon követésére* abból áll, hogy a telepített szondák 50–60 cm-es rétegben vagy még mélyebben folyamatosan regisztrálják a talaj nedvességtartalmának és hőmérsékletének változását, és az adatok kiértékelése alapján történik az öntözés. A rendszer a gyümölcs- és zöldség ültetvényekben már hazánkban is megvalósult. Nagy előnye, hogy a kiértékelés és az utasítások kiadása az ültetvénytől távol lévő, központi vezérlő objektumokból is történhet [60]. Ezeket a tapasztalatokat kell a szántóföldi növénytermesztésre adaptálni.

Megemlítendő továbbá az is, hogy a kutatások a precíziós-helyspecifikus öntözés

irányába is intenzíven folynak. Ennek egyik módja, hogy a növényzet hőmérsékletét bizonyos magasságban infrakamerával érzékelik, és ennek alapján lokális (helyspecifikus) öntözést végeznek.

Már említettem, *hogy a talajok szerves anyag tartalma az elmúlt időszakban jelentősen csökkent.* Ez az állapot jelentősen befolyásolja (csökkenti) a növénytermelési rendszerek szárazságtűrő képességét. A korszerű *komposztálási technológiákkal* olyan homogén tápanyag állítható elő, amelynek precíziós-helyspecifikus kijuttatása jelentősen javíthatja a talajok fizikai és kémiai tulajdonságait [1, 55].

MŰHOLDAKRA ALAPOZOTT MÉRÉSI RENDSZEREK, A PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI TERMELÉS MŰSZAKI FELTÉTELRENDSZERE

Csaba György húsz évvel ezelőtt a következő kérdést tette fel egy tanulmányában [6]: *„Felszámolja-e a biológia tudomány és a technika fejlődése a természetes szelekciót?"* Aggályának, pl. a következő megállapítással adott hangot: *„A mesterséges környezet éppúgy szelektálhat, mint a természetes, azzal a különbséggel, hogy a – nevezzük így – természeti szelekció a lényegében tökéletesebb felé visz, míg a mesterséges környezet szelekciója egyelőre előttünk ismeretlen irányba tendál."* A téma műszaki vonatkozásához a következőket szeretném megjegyezni. A felvetés jogos, hiszen a gazdaságosság keretei közé szorított technológia elvárta a nemesítőtől, hogy a diverzitást egy adott fajtán vagy hibriden belül a lehető legkisebbre szorítsa. (Valamennyi egyednek azonos időben kellett beérnie, azonos kémiai és fizikai jellemzőkkel kellett rendelkeznie, az egyes különleges klíma viszonyokra külön nemesítettek, ill. nemesítenek fajtákat stb.) A sokféleség kiiktatása oda vezetett, hogy az egyedek alkalmazkodóképessége gyakorlatilag megszűnt, a „beprogramozott" körülmények megváltozásakor a termelés volumene és a termék minősége jelentősen csökken. A már említett technológia műszaki elemei miatt kellett elsősorban ezeket az elvárásokat érvényesíteni, hiszen nem volt lehetőség arra, hogy egy táblán belül, pl. a betakarításkor az eltérő tulajdonságú egyedeket különválasszuk, vagy a növény növekedése és fejlődése szakaszában a különbözőségeket a technológia figyelembe vegye. Ugyanakkor közben a helyzet megváltozott. Az alábbiakban tárgyalandó műszaki-informatikai rendszer a mesterséges és természetes (biológiai) rendszerek kapcsolatát megváltoztatja, és olyan lehetőségeket kínál, amelyekkel a klímaváltozást, a meteorológiai jellemzők szélsőséges eltéréseit az eddigieknél lényegesen hatékonyabban tudjuk kezelni.

A bevezető gondolatokhoz még *Győrffy Béla* gondolatát szeretném idézni [13]: *„A precíziós agrárgazdaság minél gyorsabb és minél szélesebb körű bevezetése, elindítása ma a hazai agrár- és környezetvédelmi kutatásokban prioritást kell élvezzen, lévén ez az egyetlen olyan megoldás, amely egyidejűleg képes megoldást kínálni ökonómiai és ökológiai problémákra."*

A globális helymeghatározó rendszer

A GPS (14. ábra) fejlesztésének megkezdését 1972-ben kezdeményezte az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (US. Department of Defense, röviden DoD). Az űrszegmens az űrben pályára állított 24 db NAVSTAR műholdból áll (ebből az aktív holdak száma 21, tartalék 3). Ezen műholdak hat egyenletesen elosztott pályasíkon keringenek a Föld körül 20 200 km-es magasságban. A pályasíkok az egyenlítővel 55 fokos szöget zárnak be. Ma, a rendszer teljes kiépülése után a Föld bármely pontjáról egyszerre 4–8 műhold „látható" 15°-ot meghaladó magassági szög alatt. A műholdak pillanatnyi pozícióit a GPS működését irányító rendszer (Operational Control System

– OCS) számítja ki és a műholdak ezeket továbbítják a felhasználókhoz.

Az első GLONASS műholdat 1982 októberében lőtték fel (lásd: 15. ábra). A teljes kiépítésben a 24 darab GLONASS műhold 19 100 km-es, közel kör alakú pályán kering három pályasíkban, melyek felszálló ága egymástól 120°-ra helyezkedik el.

A GPS esetében a magassági hiba kb. kétszerese a vízszintes irányú hibának. Azonos paraméterek esetén a GLONASS mérések sokkal pontosabbak. Másik érdekes jelenség, hogy a GLONASS magassági hibája nem tér el szignifikánsan a vízszintes hibától.

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service rendszer alapgondolata, hogy a földi állomások NAVSTAR és GLONASS műholdakra tett méréseinek alapján olyan WAD (Wide Area Differential) korrekciós jeleket sugároz a felhasználók felé, melyek segítségével az említett rendszerek által meghatározott pozíció pontosítható.

GALILEO jelenleg kiépítés alatt álló európai műholdrendszer, mely később integrálná az Egnos rendszerét is. Pontossága várhatóan meghaladja a mai rendszerek pontosságát.

Kísérleti és üzemi tapasztalatok a rendszer mezőgazdasági alkalmazásánál

A precíziós növénytermesztés egyes technológiai elemei már a gyakorlat számára is egyre inkább elérhetőek. Így a hozammérés, illetve tápanyagok helyspecifikus kijuttatása megvalósítható a piacon kapható rendszerekkel. Vannak azonban olyan műveletek, melyek helyspecifikus megvalósításában jelentős potenciál rejlik, ám bizonyos okokból gyakorlatérett alkalmazások nem állnak a gazdálkodók rendelkezésére. Jelentős energia, következésképpen anyagi megtakarítás érhető el például a talajművelés helyspecifikussá tételével. Elsősorban a nagy energiaigényű beavatkozások (pl. lazítás) esetében fontos a művelés szükségességének megállapítása, a talajtömörödés felmérése a heterogenitásnak megfelelő léptékben.

Komoly kihívást jelent a hatékony növényvédelem megvalósítása is, különösen az egészséges környezet és élelmiszer iránti fokozódó igények figyelembevételével. Ökonómiai érvek is a növényvédő szerek célzott kijuttatása mellett szólnak. Ehhez megfelelő információ szükséges a gyomok, kártevők és kórokozók jelenlétéről, illetve kártételéről. A gyomfelismerés témakörében nemzetközi szinten igen intenzív kutatómunka figyelhető meg, speciális problémák (az optikai eszközök korlátozott látószögéből és a gyomfelismerés jelentős számítási időigényéből adódó kis területteljesítmény, nem praktikus felépítés) azonban nem teszik lehetővé a technológia gyakorlati megvalósítását. Kártevők és kórokozók észlelésével és helyspecifikus kezelésével kapcsolatban az irodalmi források is szegényesebbek, gyakorlati alkalmazásról még kevésbé hallani.

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai Intézetében a Németh Tamás akadémikus által vezetett Nemzeti K+F Program Műszaki Alprogramjának feladataival foglalkoztunk [52]. Kutatómunkánk során célunk volt többek között egy talajellenállás térképező rendszer kidolgozása, mely lehetővé teszi a talajtömörödöttség objektív helyspecifikus vizsgálatát nagyszámú mért adat segítségével. Másrészt vizsgáltuk kártevők és kórokozók, illetve az azok által okozott kár mesterséges látásra alapozott érzékelésének lehetőségét [29, 30, 31, 33, 35, 37].

a) *Irodalmi áttekintés*

A talajtömörödés az egyik leggyakoribb talajhiba, ami az esetek túlnyomó részében technológiai, ill. művelési hibákra vezethető vissza. Annak ellenére, hogy a talajtömörödés jellegzetes, jól felismerhető tünetekkel jár (vízpangás, cserepesedés stb.), általában túl későn, a növényállományban okozott

tünetek jelentkezésekor ismerjük fel. A tömörödés mértékének és helyének ismerete alapvető fontosságú a tömörödés megszüntetéséhez és a helyspecifikus talajművelés megvalósításához. A talajtömörödés mérésére jelenleg a penetrométeres mérési módszer terjedt el a leginkább. A talajművelő eszközökön ébredő dinamikus erőhatások azonban jelentősen különböznek a penetrométerrel mérhető statikus erőktől. További hátránya a penetrométeres mérésnek, hogy pontszerű mérést jelent, vagyis a gyűjtött információ pontossága nagymértékben függ a mintapontok számától és elrendezésétől, nem beszélve a jelentős munka- és idő igényéről. Több kutató is felveti a penetrométeres talajellenállás-mérés korlátait, ezért mi is a folyamatos talajellenállás-mérés gyakorlati megvalósítását tűztük ki célul.

b) *Anyag és módszer*

A talajtömörödés helyspecifikus mérése érdekében első lépésként a penetrométeres mérési módot egészítettük ki műholdas helymeghatározással. A mérések során 3T vertikális penetrométert alkalmaztunk. Vizsgálataimkat két kísérleti területen végeztük. Az NYME-MÉK Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai Intézetének 1 ha-os gyakorló területén 20 × 20 m-es rács mentén mértük penetrométerrel a talajellenállást 40 cm mélységig, mérésenként három ismétlésben (16–17. ábra). Az on-line rendszerrel kultivátor alkalmazásával végeztünk mérést 25 cm mélységben. A terület gyakran szántott és tárcsázott, erős taposásnak kitett parlag volt. A másik terület, az NYME-MÉK tangazdaságához tartozó 80/1 sz., 15,3 ha nagyságú tábla volt. Itt lazító alkalmazásával végeztük a talajellenállás mérést 40 cm munkamélységben, szintén három ismétlésben. A penetrométeres mérési pontokat ez esetben a felvett talajellenállás térkép mintázata alapján jelöltük ki (16. ábra). A talajművelő eszközöket a traktor három pontfüggesztésére kapcsoltuk, kiegészítő segédkeret nélkül.

c) *Eredmények*

A mért adatokból talajellenállás térképeket készítettünk (17. ábra) és összehasonlítottuk a penetrométeres mérés eredményeivel.

A statisztikai analízis szerint az 1 ha-os területen szignifikáns összefüggést nem tudtunk kimutatni a két mérési módszerrel felvett adatsorok között. A jelentős különbség egyrészt a kétféle mérés már említett eltérő természetének tulajdonítható, másrészt a pontszerű és a folyamatos mérés különbségéből adódik. Ezt jól szemlélteti a 18. ábrán látható térkép, mely az on-line adatsorból készült, ám csak a penetrométeres mérési pontokon – tehát a 20 × 20 m-es rácson – mért adatokból.

Statisztikailag igazolható összefüggést a penetrométeres és on-line mérés között a 80/1 sz. tábla adatainál sem találtunk. A kapott talajellenállás térkép mintázata azonban meglehetős hasonlóságot mutat a korábban felvett K_A térkép mintázatával (19. ábra). (A talajmintavétel 50 × 50 m-es rácson történt.) A két paraméter között negatív korreláció mutatkozik: nagyobb talajellenállást jellemzően az alacsonyabb K_A érték mellett mértünk.

Vizsgáltuk a hozam és a talajellenállás kapcsolatát is. Statisztikailag igazolható összefüggést ez esetben sem tudtunk kimutatni. A térképek mintázata azonban olyan mértékű egyezést mutat, amely alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a talajtömörödés jelentősen befolyásolta a hozamot mindhárom vizsgált évben. A vizuális elemzés céljából a talajellenállás térképre ráfektettük a 4 t/ha alatti, illetve feletti hozam kontúrvonalas térképét a 2001. évi kukorica esetében (20. ábra). Hasonlóan jártunk el a 2002. évi hozamadatok esetében is, de itt az 5 t/ha-os termésszint jelentette a határt (21. ábra).

A tábla középső részén látható nagy kiterjedésű, erősen tömörödött folton túlmenően jól megfigyelhető a tábla hosszanti oldalai mentén is az erős tömörödés, mely minden bizonnyal a fokozott taposásból ered. A

hozamtérképeken ugyanezen területek alacsony hozammal jelöltek. A 2003. évi tavaszi árpa hozamtérképek esetén hasonló egyezést tapasztaltunk.

d) *Következtetések, javaslatok*

Vizsgálataink alapján kijelenthetjük, hogy a talajtömörödés mérése lehetséges a talajművelő eszközök felületére ható erők mérésével. A kidolgozott rendszer alkalmas a talajtömörödés, illetve talajellenállás helyspecifikus térképezésére. A vizsgált talajtulajdonság heterogenitása olyan léptékű lehet, melyet pontszerű méréssel objektíven nem lehet felmérni. Ezért a folyamatos mérési mód alkalmazása kívánatos. Ugyanakkor számos esetben (pl. a talaj tápanyag-ellátottságánál) ennek a feltétele, mint már említettük, még hosszú ideig nem lesz meg, ezért olyan eljárást kell kidolgozni, amely a legkisebb mérési pontszámot teszi lehetővé, és megadja azok helyét.

e) *Matematikai elemzések a minimális mérési pontok számának meghatározására és a mérési helyek kijelölésére* [25, 38, 57]

Az alapvető probléma, hogy azokat a paramétereket, amelyeket nem tudunk on-line rendszerben (folyamatosan) mérni, milyen gyakorisággal vegyük fel: vagyis az adott helyen a mintavételek számának optimalizálása. A legkorszerűbb módszernek a neurális hálók és fuzzy rendszerek alkalmazása tűnik az adatok bizonytalanságának kezelésekor, ill. a térbeli interpolációnál.

f) *A helyspecifikus-precíziós tápanyagvisszapótlás technológia és a kedvezőtlen csapadékviszonyok*

A 16. ábrán jelzett területen 4 éve kukorica (2001, 2002), tavaszi árpa (2003) és őszi búza (2004) növényekkel valósítjuk meg a precíziós-helyspecifikus technológiát. Ez úgy indult, hogy a talaj tápanyag ellátottságát felmértük: az Arany-féle kötöttségi számot: K_A; a talaj mésztartalmát: $CaCO_3$; tápanyagellátottságát: N, P_2O_5, K_2O; valamint mikroelem tartalmát: Na, Mn, Zn, Fe, Cu, Mg 50 × 50 m^2 területegységenként határoztuk meg és az adatokat természetesen térkép formájában is ábrázoltuk: 22. ábra.

A precíziós-helyspecifikus tápanyagkijuttatási technológiát az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete (Martonvásár) *trágyázási szaktanácsadási rendszere* alapján végeztük. Egyértelműen megállapítható volt, hogy a precíziós-helyspecifikus műtrágya kijuttatással a növényzet a szélsőséges időjárási viszonyokat kompenzálni tudja, és a hozamok közötti különbségek az eltérő klímaviszonyoknál csökkennek. Vonatkozik ez a kedvező csapadékos időszakra is (2004), amikor a trágyázási szaktanácsadási rendszerrel történt kijuttatásnál rekordtermés született, míg a hagyományos (túladagolt) technológiáknál a gabonák megdőltek [32, 34, 36, 46–51, 53, 54].

UTÓSZÓ

A tanulmányban azért említettem konkrét kutatási programokat (PhD dolgozatokat, K+F programokról jelentéseket), hogy a Magyarországon folyó intenzív és hatékony kutatómunkát érzékeltessem. Ez annak ellenére így van, hogy a K+F tevékenységre juttatott anyagi források a töredékei a nyugateurópai, ill. amerikai kutatók rendelkezésére álló pénzforrásoknak. Meggyőződésem, hogy az említett, ill. elemzett kutatási eredményekre alapozva olyan programok alakíthatók ki, amelyek a klímaváltozásból adódó kedvezőtlen hatásokat mérsékelhetik, ill. kiküszöbölhetik. *Gyárfás* idejében a száraz körülményekhez alkalmazkodó technológiák még esetlegesek voltak: adott helyen, adott időben hatékonyan tudták alkalmazni őket. Máshol, más feltételek mellett már általában nem

váltak be, így a kezdeti lelkesedés alábbhagyott. A korszerű agrotechnológia és az azt kiszolgáló agrotechnika a mesterséges és élő (ökológiai) rendszerek kapcsolatának olyan optimumát teremtheti meg, amely széles körben is hatékony eredménnyel jár.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) ALEXA L. – DÉR S. (2001): Szakszerű komposztálás. Profikomp Kiadó, Gödöllő (2) BARTA L. – FÜLÖP G. – JÓRI J. I. (1980): A nagy teljesítményű traktorok talajművelő gépe. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest (3) BÁNHÁZY J. – KOLTAY J. – SOÓS P. (1984): A szántóföldi munkagépek működésének elméleti alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (4) BIRKÁS M. (2000): A talajtömörödés kialakulása Magyarországon; következményei, megelőzésének és enyhítésének lehetőségei. MTA Doktori értekezés. Budapest (5) BIRKÁS M. (szerk.) (2001): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. Szent István Egyetem, Gödöllő (6) CSABA GY. (1984): Gondolatok a biológiáról. Gondolat, Budapest (7) CSELŐTEI L. – HARNOS ZS. (1996): Éghajlat, időjárás, aszály. II. Az aszály enyhítésének lehetőségei. MTA Aszály Bizottság, Budapest (8) FEHÉR J. (1980): Talajok dinamikus aprítási folyamata. Doktori (dr. univ.) értekezés. Körmend (9) FENYVESI L. (2002a): Developing of Active Soil Cultivation Tools. 8th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. Kusadasi – Turkey. 15–17 October. 102–107. pp. (10) FENYVESI L. (2002b): Reduction of the Energy Requirement by New Soil Cultivation Tools.Paper Number: 021140 ASAE/CIGR Annual International Meeting. Chicago (USA) 2002. júl. 28–31. CD (11) FENYVESI L. (2003): Experiments with active cultivation tools. Int. Conf. on Soil Management for Sustainability. 13–18 July. The University of Queensland Brisbane, Australia (12) GYÁRFÁS J. (1925): Sikeres gazdálkodás szárazságban (Magyar Dry-Farming). (második, átdolgozott és bővített kiadás) „Pátria" Irodalmi vállalat és nyomdai részvénytársaság, Budapest (13) GYÖRFFY B. (2001): Javaslat a precíziós agrárgazdaság kutatási programjának indítására. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának 2000. évi Tájékoztatója. Budapest, 17–22. pp. (14) HAJDÚ J. (1981): Zárójelentés az MF 130 direktvetőgép vizsgálatáról gyepfelújításban. MÉM Műszaki Intézet, Gödöllő (15) HOLLAND, J. M. (2003): The environmental consequences of adopting conservation tillage. Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol. 103, Issue 1, June, 1–25. pp. (16) HORVÁTH B. (szerk.) (2003): Erdészeti géptan. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest (17) IMRE L. ET AL. (2000): Comparative measurements with sand box, pressure membrane extractor and pressure plate extractor. Proceedings of the Asian Conference on Unsaturated Soils. 18–19 May, Singapure. 287–291. pp. (18) JÓRI J. I. – SOÓS S. (1992): New conservation tillage suplement from Hungary. ASAE Paper: N° 921620. (19) JÓRI J. I. – SALAMON S. – ILLÉS T. (1998): Jelentés a „Talajvédő és környezetkímélő talajművelési rendszerek kidolgozása" c. témáról. FVM Műszaki Intézet, Gödöllő (20) JÓRI J. I. – SZENTE M. – RADVÁNYI G. (1994): Jelentés a „Traktor és munkagépek talaj- és környezetkímélő üzemeltetésével kapcsolatos műszaki feltételek megalapozása" c. témáról. FM Műszaki Intézet, Gödöllő (21) JÓRI J. I. – KOMLÓDI I. – SALAMON S. – SZENTE M. (1993): Jelentés a „Mezőgazdasági erő és munkagépek okozta káros talajtömörítő hatások csökkentésére alkalmas módszerek és eszközök kialakítása és vizsgálata" c. téma 1993. évi tevékenységéről. FM Műszaki Intézet, Gödöllő (22) KACZ K. – SÁRKÁNY Z. – MÉHES L. (1973): Efficiency Increase of Furrowed Watering. Proceedings of the International Scientific Conference on Agricultural Mechanization for Environmental Protection (Edited by M. Neményi) Mosonmagyaróvár, 247–257. pp. (23) KAIFÁS F. (1998): Altalajlazító és lazítás technológia tervezése tömörödött csernozjom talajok lazítására. MTA Doktori értekezés. Budapest (24) KALINSZKY S. (1975): Képlékenységtan Akadémiai Kiadó, Budapest (25) KÓCZY T. L. – TIKK D. (2000) FUZZY RENDSZEREK. TYPOTEX KIADÓ (26) LÁNG I. (2003a): Agrártermelés és globális környezetvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest (27) LÁNG I. (2003b): Bevezető gondolatok „A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az arra adandó válaszok" című MTA-KvVM közös kutatási projekthez. „AGRO-21" Füzetek, 31. sz., 3–8. pp. (28) LELKES J. – LIGETVÁR F. (1991): Öntözés a kisgazdaságokban. Folium Könyvkiadó, Budapest (29) MANIAK, S. (2003): Concept for the Integration of Different Data Bases in one Geogrphic Information System. PhD Dissertation Thesis (Supervisor: M. Neményi) Mosonmagyaróvár (30)

MESTERHÁZI P. Á. (2004): Development of measurement technique for GPS-aided plant production. PhD Dissertation Thesis (Supervisor: M. Neményi) Mosonmagyaróvár (31) MESTERHÁZI P. Á. – NEMÉNYI M. – MANIAK S. (2003): Weed monitoring by infrared camera and panoramic annular lens. Programme Book of the joint conference of ECPA – ECPLF (Berlin, Germany, 2003. 06. 15–19.), Edited by A. Werner and A. Jarfe, 493–494. pp. (32) MESTERHAZI P. Á. – NEMÉNYI M. – MANIAK S. (2004): Development of the technical foundation of precision plant production – environmental aspects. Pollution and Water Resourches Columbia University Seminar Proceedings, Global Warming and Other Environmental Issuez in the Carpatian Basin, Vol. XXXV., in Co-operation with the Institute of Hydrology of the Slovak Academy of Sciences, New York, USA, 38–54. pp. (33) MESTERHÁZI P. – PECZE ZS. – NEMÉNYI M. (2001): A precíziós növényvédelmi eljárások műszaki-térinformatikai feltételrendszere. Növényvédelem, 37 (6) (34) MESTERHAZI P. Á. – CSATHÓ P. – ÁRENDÁS T. – NEMÉNYI M. (2004): Experiences of a three-year site-specific farming trial especially regarding nutrient replacement and soil draft measurement. 7th International Conference on Precision Agriculture; Conference Abstracts. 96. p. (35) MESTERHAZI P. Á. – MANIAK S. – NEMÉNYI M. – STÉPÁN ZS. (2003): Site-specific soil draft measurement and weed monitoring. Conference paper for the ISTRO Conference , Brisbane, Australia, 13–18th July, 743–748. pp., ISBN 0-646-42496-3. (36) MESTERHÁZI P. Á. – NEMÉNYI M. – KACZ K. – STÉPÁN ZS. (2002): Data transfer among precision farming systems. ASAE Annual International Meeting/CIGR World Congress, July 28–31, Chicago, IL, USA, CD kiadvány (021047) (37) MESTERHÁZI P. Á. – NEMÉNYI M. – KOVÁCS A. – KACZ K. – STÉPÁN ZS. (2003): Development of the site-specific nutrient replacement. 14th International Symposium of Fertilizers (CIEC). Fertilizers in context with resource management in agriculture. Proceedings, Volume 1, 288–295. pp. (38) M.-NE – HEGEDÜS F. (2004): PhD kutatási program. Témavezető: Neményi M. Mosonmagyaróvár (39) MOUAZEN, A. M. (1997): Modelling the interaction between the soil and tillage tools. PhD Dissertation Thesis (Supervisor: M. Neményi) Mosonmagyaróvár (40) MOUAZEN A. M. – NEMÉNYI M. (1998): A review of the finite element modelling techniques of soil tillage. Mathematics and Computers in Simulation. 48. 23–32. pp. (41) MOUAZEN A. M. – NEMÉNYI M. (1999a): Tillage Tool Design by the Finite Element Method: Part 1. Finite Element Modelling of Soil Plastic Behavior. J. Agric. Engng. Res. 72. 37–51. pp. (42) MOUAZEN A. M. – NEMÉNYI M. (1999b): Tillage Tool Design by the Finite Element Method: Part 2. Experimental Validation of the Finite Element Results with Soil Bin Test. J. Agric. Engng. Res. 72. 53–58. pp. (43) MOUAZEN A. M. – NEMÉNYI M. (1999c): Finite element analysis of subsoiler cutting in non-homogeneous sandy loam soil. Soil & tillage Research. 51. 1–15. pp. (44) NAGY V. (2004): Termőhely-specifikus növénytermesztés hidrológiai alapjai, különös tekintettel a Csallóközre és a Szigetközre. Doktori (PhD) értekezés (Témavezető: Neményi M.) Mosonmagyaróvár (45) NEMÉNYI M. (1993): A növénytermesztés gépesítésének környezetvédelmi kérdései. In: Szendrő P. (szerk.): Mezőgazdasági géptan. Mezőgazda Kiadó, Budapest (46) NEMENYI M. – MESTERHÁZI P. Á. (2003): Site-specific Yield- and Soil resistance mapping and nutrient replacement. Pollution and water resources, Columbian University seminar proceedings, Studies of environmental protection in the Carpatian basin. Vol. 33/34, 1999/2003. Edited by G. J. Halasi-Kun. 230–242. pp. (47) NEMÉNYI M. – MESTERHÁZI P. Á. – PECZE ZS. – STÉPÁN ZS. (2002): The role of GIS and GPS in precision farming. Computers and Electronics in Agriculture. 40 (1–3) 45–55. pp. (48) NEMÉNYI, M. – MESTERHÁZI P. Á. – PECZE ZS. – STÉPÁN ZS. (2003): The role of GIS and GPS in precision farming. Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 40. (1–3) 45–55. pp. (49) NEMÉNYI M. – PECZE ZS. – MESTERHÁZI P. Á. – KISS, E. (2002): Engineering Environment of the precision crop production. Hungarian Agricultural Engineering, No. 15, 89–91. pp. (50) NEMÉNYI M. – PECZE ZS. – MESTERHÁZI P. Á. – NÉMETH T. (2001a): A precíziós-helyspecifikus növénytermesztés műszaki és térinformatikai feltételrendszere. Növénytermelés, 50, 4, 419–429. pp. (51) NEMÉNYI M. – PECZE ZS. – MESTERHÁZI P. Á. – NÉMETH T. (2001b): A precíziós-helyspecifikus növénytermesztés műszaki és térinformatikai feltételrendszere. Növénytermelés, Tom. 50. No. 4. 419–430. pp. (52) NÉMETH T. – HARNOS ZS. – NEMÉNYI M. (2004): Precíziós növénytermesztés – a hatékonyság növelése és a környezetterhelés csökkentése. In: Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok 4. Program: Biotechnológiai és Agrárgazdasági Fejlesztések. Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal, Budapest, 67–76. pp. (53) PECZE ZS. – NEMÉNYI M. – MESTERHÁZI P. Á. (2001): A helyspecifikus tápanyagvisszapótlás műszaki háttere. Mezőgazdasági

Technika, 42,02, 5–6. pp. (54) PECZE ZS. – NEMÉNYI M. – DEBRECZENI B.-NÉ – CSATHÓ P. – ÁRENDÁS T. (2001): Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás kukoricanövénynél. Növénytermelés, Tom. 50. No. 2–3., 269–284. pp. (55) PETRÓCZKI F. (2004): Kommunális szennyvíziszapból készült komposzt hatása a növényi fejlődésre és beltartalomra. Doktori PhD értekezés (Témavezetők: Debreczeni B.-né, Neményi M.) Keszthely (56) RAJKAI K. (2004): A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban. MTA TAKI, Budapest (57) RUSSEL S. – NORVIG P. (2000) Mesterséges intelligencia modern megközelítésben. Panem-Prentice Hall (58) SINÓROS-SZABÓ B. (1992): Talajfizikai és művelésenergetikai kölcsönhatások. MTA Doktori értekezés. Budapest (59) SINÓROS-SZABÓ B. (1993): Basicly new conditions of soil protecting cultivation. Proceedings of the International Scientific Conference on Agricultural Mechanization for Environmental Protection. (Edited by M. Neményi) Mosonmagyaróvár, 81–94. pp. (60) SINÓROS-SZABÓ BOTOND (témavezető) (1999): ZÁRÓJELENTÉS a „Termőhelyi mérés és kiértékelő rendszer" OMFB K+F Feladatról. OMFB, Budapest (61) SITKEI GY. (1967): A mezőgazdasági gépek talajmechanikai problémái. Akadémiai Kiadó, Budapest (62) SITKEI GY. (1986): Mezőgazdasági és erdészeti járművek modellezése. Akadémiai Kiadó, Budapest (63) SITKEI GY. (szerk.) (1997): Gyakorlati áramlástan. Mezőgazdasági szaktudás Kiadó, Budapest (64) SITKEI GY. – FEHÉR J. (1980):A rögaprítás törvényszerűségei a magágyelőkészítéskor. Járművek, Mezőgazdasági Gépek, 11. sz. 407–410. pp. (65) STEFANOVITS P. – FILEP GY. – FÜLEKY GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest (66) VÁRALLYAY GY. (1972): A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. Agrokémia és Talajtan, Tom. 21. No. 1–2. 57–83. pp. (67) VÁRALLYAY GY. (1973): Berendezés bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározására. Agrokémia és Talajtan, Tom. 22. No. 1–2. 23–36. pp. (68) VÁRALLYAY GY. (1973): A talaj nedvességpotenciálja és új berendezés annak meghatározására az alacsony (atmoszféra alatti) tenzió tartományban. Agrokémia és Talajtan, Tom. 22. No. 1–2. 2–22. pp. (69) VÁRALLYAY GY. (1974): Háromfázisú talajrétegekben végbemenő vízmozgás tanulmányozása. Agrokémia és Talajtan, Tom. 23. no. 3–4. 261–294. pp. (70) VÁRALLYAY GY. (1997): A talaj és funkciói. Magyar Tudomány, 42, 1414–1430. pp. (71) VÁRALLYAY GY. (2001): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. Magyar Tudomány, 7, 79–95. pp. (72) VÁRALLYAI GY. – RAJKAI K. (1989): Model for the Etimation of Water (and Solute) Transport from the Groundwater to Overlying Soil Horizons. Agrokémia és Talajtan, Tom. 38. No. 3–4. 641–656. pp.

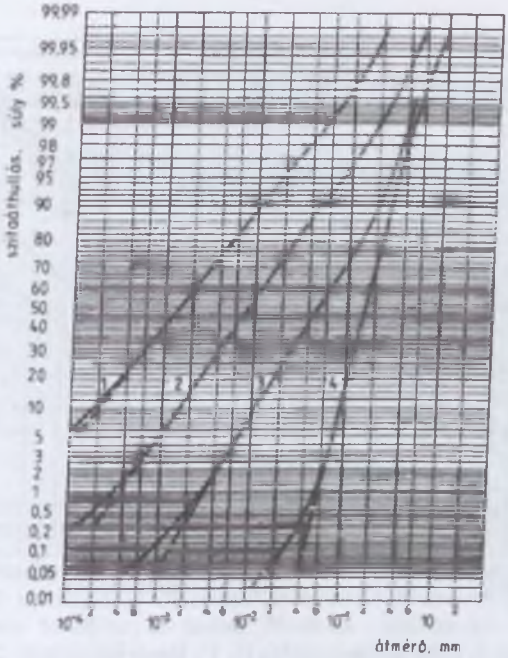
1. táblázat

Szántóföldi növények igénye a magágy talajának aprózottságával szemben

Növény	Rögfrakció méret (mm) és megoszlás (%)				
	< 5	5–10	10–30	30–50	> 50
Cukorrépa*	40–60	25–35	15–25	0	0
Kukorica*	40–50	25–35	15–25	0–5	0
Napraforgó*	40–50	25–30	20–30	5–10	0
Borsó*	40–55	30–40	10–20	0–5	0
Őszi búza (száraz talaj)	40–55	25–35	10–20	5–10	0
Őszi búza*	30–40	20–30	20–30	10–15	0–5

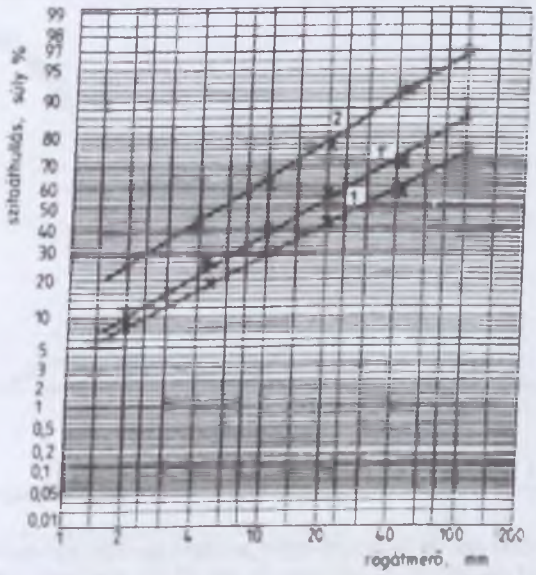
* nyirkos, jól művelhető talaj

1. ábra



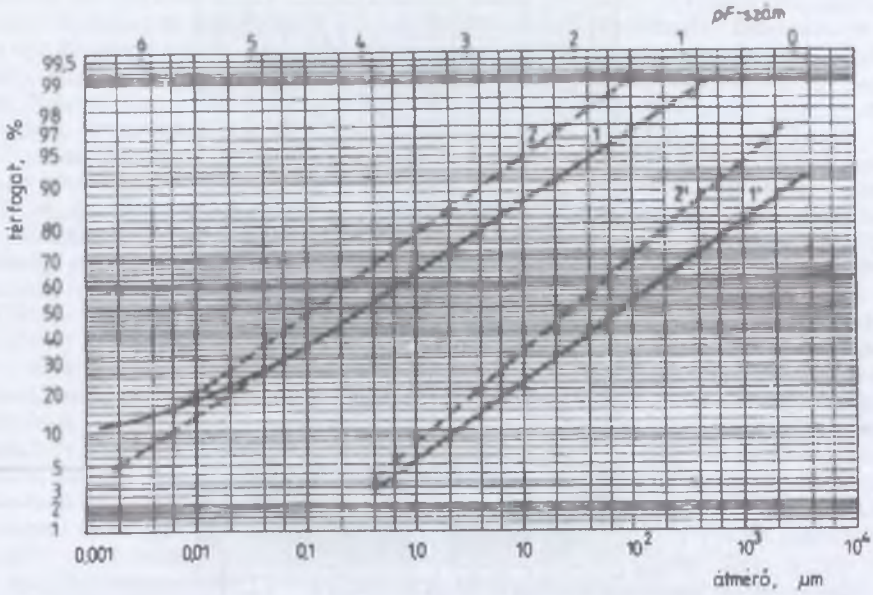
Különböző talajok szemcseeloszlás görbéi (1: agyag, 2: vályog, 3: homok, 4: futóhomok)

2. ábra



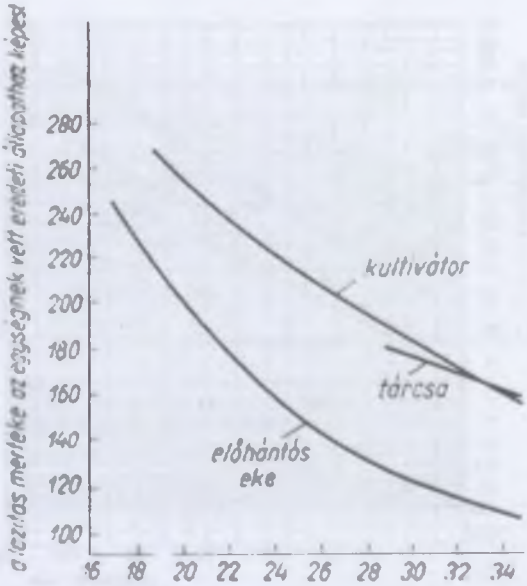
A rögátmérők eloszlása szántás és az azt követő rögaprításnál (1, 1': szántás; 2: rögaprítás)

3. ábra



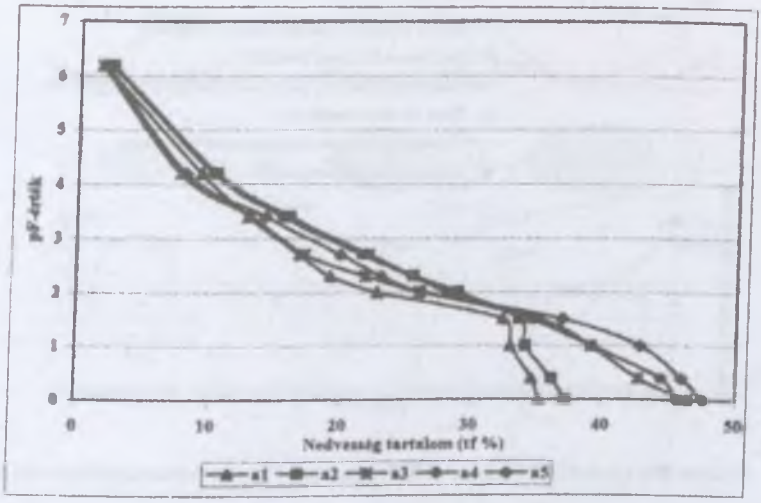
Agyagtalaj belső és külső póruseloszlása (1, 1': tömörítés nélkül; 2, 2': tömörítéssel)

4. ábra



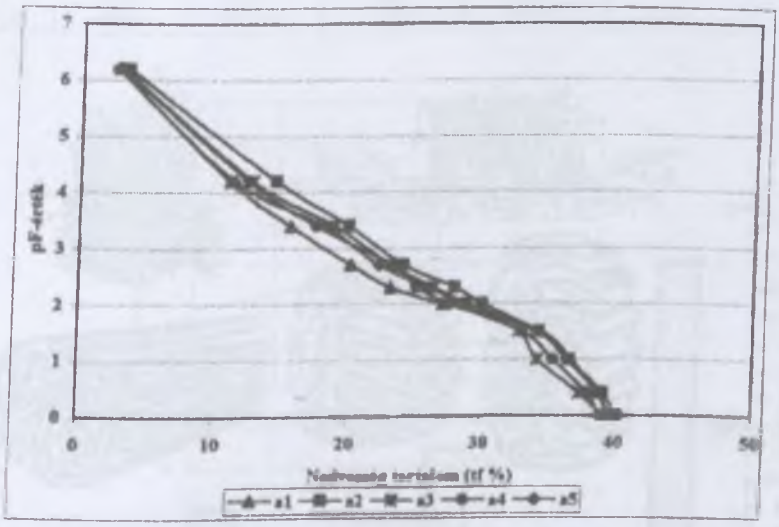
A külső pórushányad változása a lazítás függvényében

5. ábra



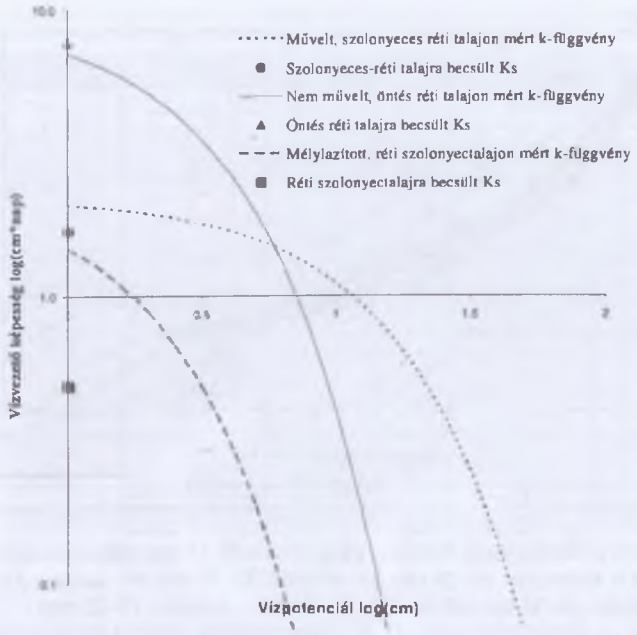
Talajművelési eljárások hatása a pF görbékre 5–10 cm mélységben (a1: direktvetés; a2: tárcsázás: 16–20 cm; a3: szántás: 22–25 cm; a4: lazítás: 35–40 cm – tárcsázás: 16–20 cm; a5: lazítás: 35–40 cm – szántás: 22–25 cm)

6. ábra



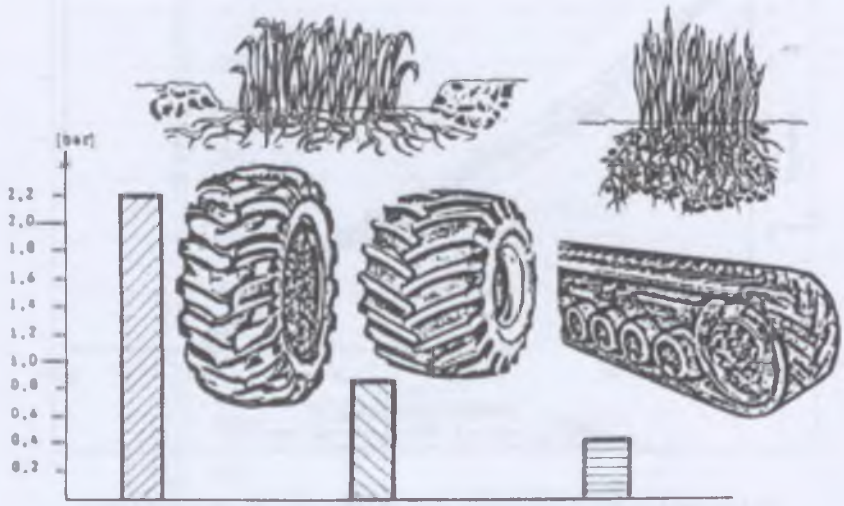
Talajművelési eljárások hatása a pF görbékre 40–45 cm mélységben (a1: direktvetés; a2: tárcsázás: 16–20 cm; a3: szántás: 22–25 cm; a4: lazítás: 35–40 cm – tárcsázás: 16–20 cm; a5: lazítás: 35–40 cm – szántás: 22–25 cm)

7. ábra



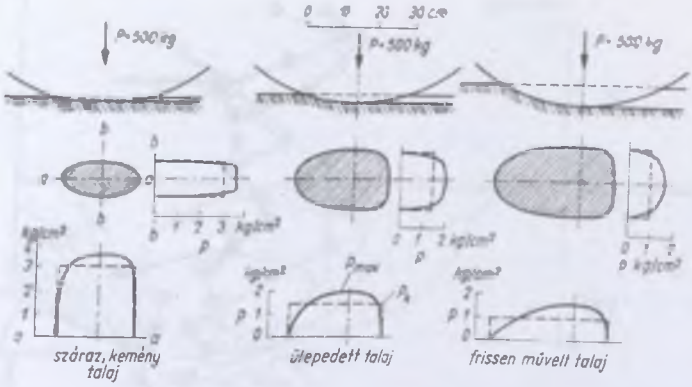
Nehéz mechanikai összetételű talajok beszivárgásmérővel mért és becsült vezetőképessége különböző talajművelési eljárásoknál

8. ábra



Különböző járószerkezetek talajtömörítő hatása

9. ábra



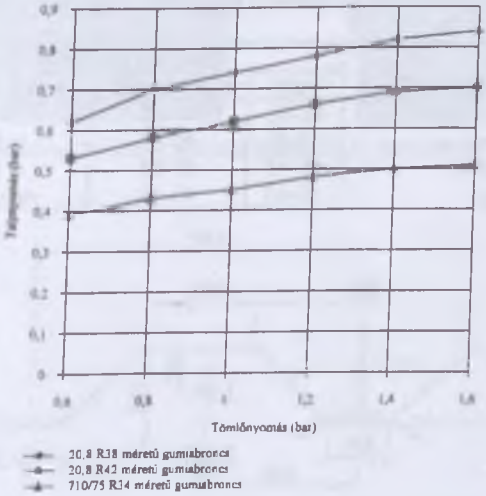
A gumikerék felfekvési felülete különböző teherbírású talajokon

2. táblázat

A tömegkihasználási tényező változása különböző gumiabroncs méreteknél

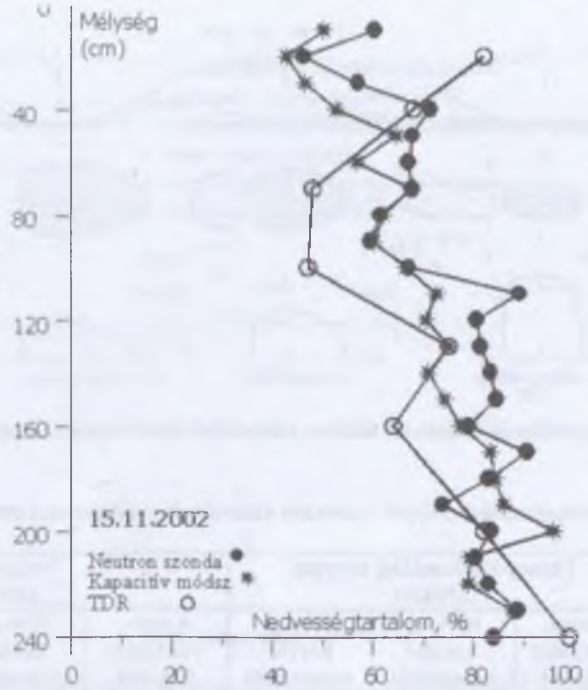
Gumi-abroncs méret	Tömeg-kihasználási tényező (kN/kN)			Vonóerő (kN)		
	A max. vontatási telj.-nél	10%-os kerék-csúszásnál	20%-os kerék-csúszásnál	A max. vontatási telj.-nél	10%-os kerék-csúszásnál	20%-os kerék-csúszásnál
20,8 R38	0,35	0,38	0,49	27,3	29,6	41,2
20,8 R42	0,34	0,39	0,51	26,7	30,8	43,1
710/75R34	0,37	0,41	0,53	28,4	33,3	46,2

10. ábra



A talpnyomás változása a tömlőnyomás függvényében (gumiabroncs terhelés 20,15 kN)

11. ábra



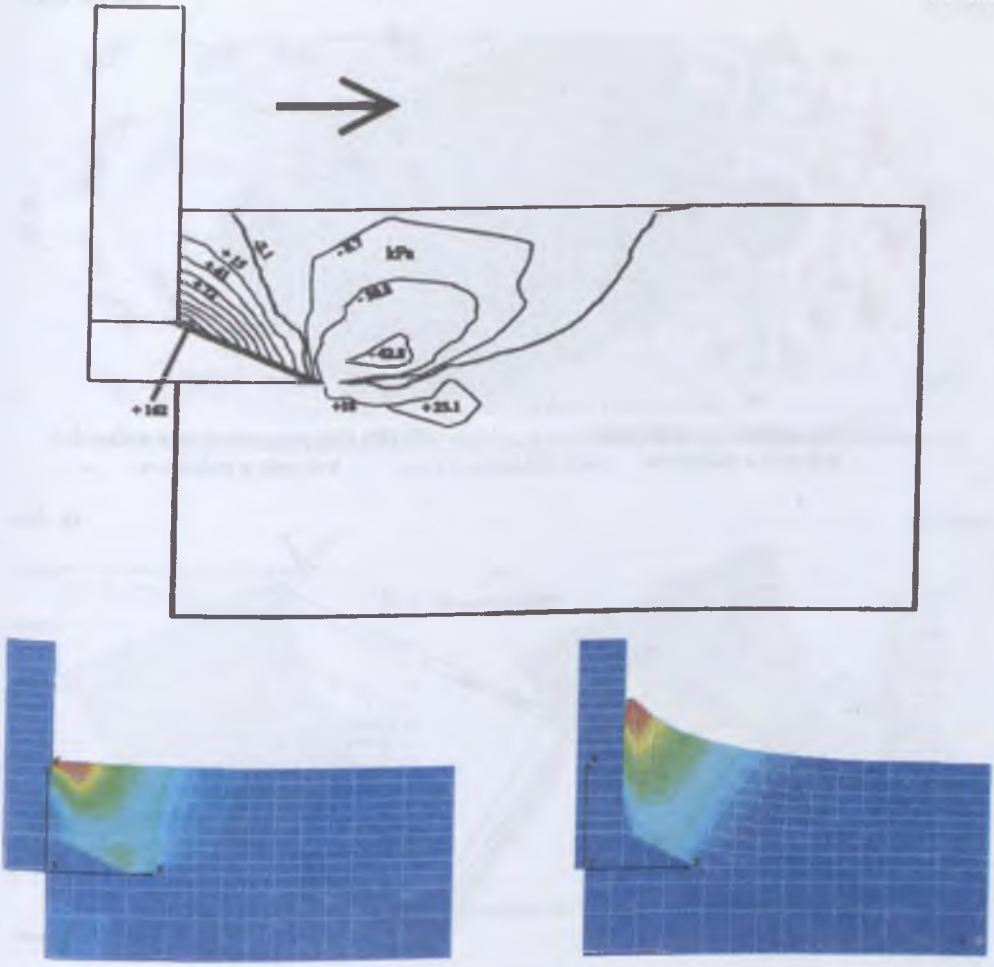
Különböző eljárásokkal mért talaj nedvességtartalom

3. táblázat

A felszíni tarlómaradvány borítottsággal szembeni követelmények

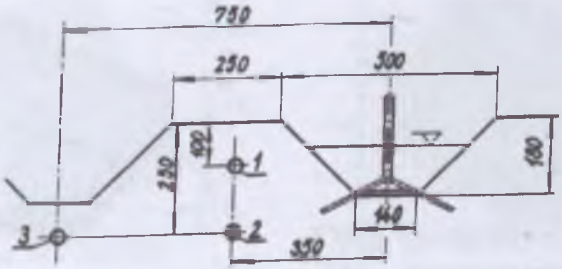
Művelési cél és rendszer	Tarlómaradvány borítottság (%)			
	tarló	hántott tarló	alapművelés	vetés
Nedvességvesztés csökkentése (idény)	45–65	40–55	min. 30	min. 30
Hagyományos művelési rendszer	45–65	40–55	≤ 10	≤ 5
Csökkentett művelési rendszer	45–65	40–55	≤ 30	≤ 20
Talajvédő művelési rendszer	45–65	40–55	min. 30	min. 30

12. ábra



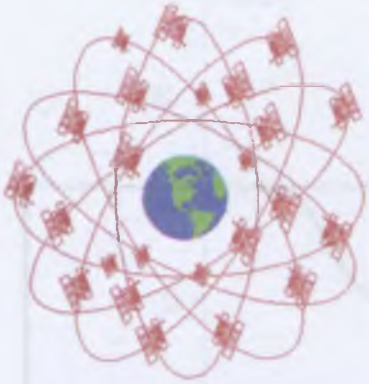
A Véges Elem Modellel számolt talajállapot (feszültség) változások

13. ábra

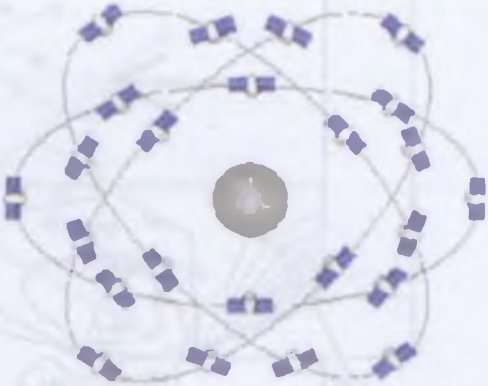


A barázdafenék tömörítő és az oldalfalat megnyitó művelőeszköz vázlatos rajza

14–15. ábra

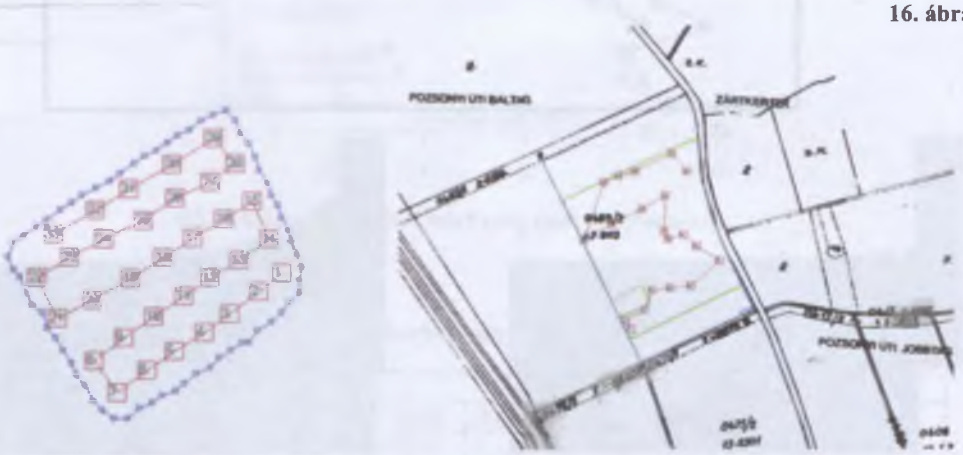


GPS pályasíkok és a műholdak helyzete a pályákon



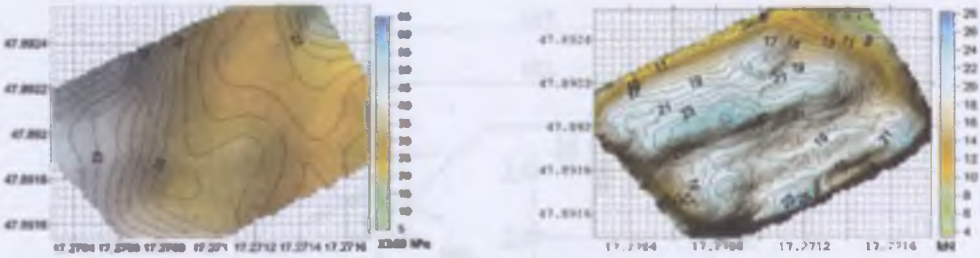
GLONASS pályasíkok és a műholdak helyzete a pályákon

16. ábra



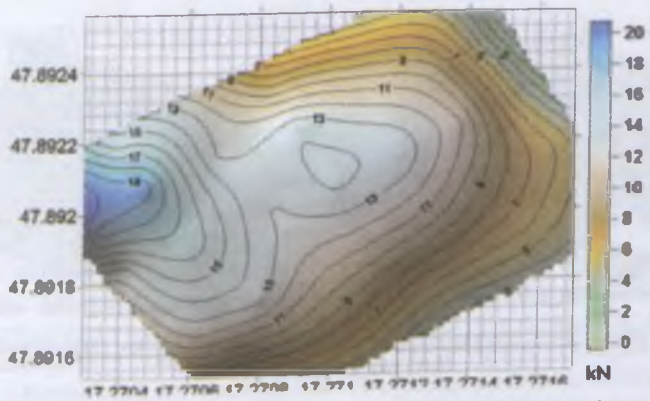
Penetrométeres mérési tervek az 1 ha-os, illetve a 15,3 ha-os (zöld) táblákon

17. ábra



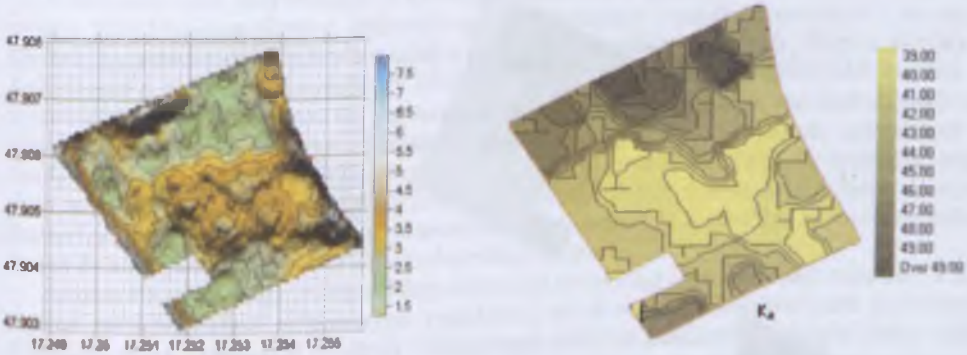
Az 1 ha-os terület penetrométerrel felvett talajtömörödés térképe a mérési pontokkal, valamint folyamatosan mért talajellenállás térképe

18. ábra



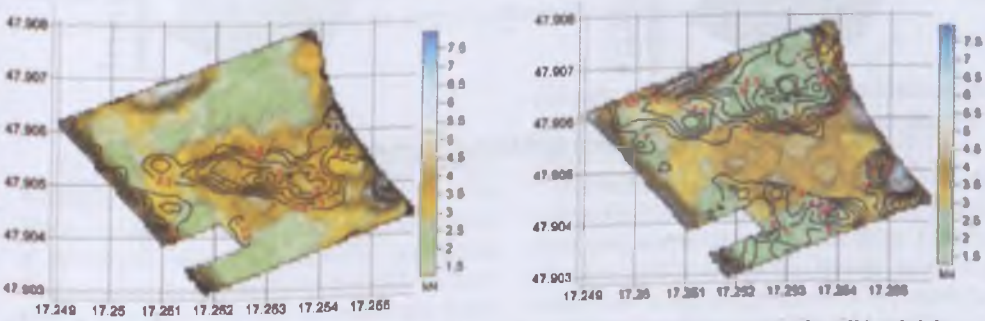
Az 1 ha-os terület on-line talajellenállás térképe a penetrométeres mérési pontokhoz tartozó mért értékekből (kN)

19. ábra



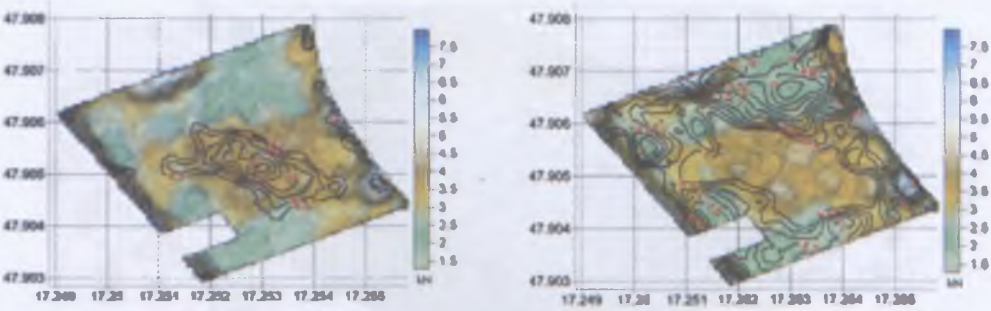
A 80/1 sz. tábla on-line talajellenállás térképe (kN) és K_A térképe

20. ábra



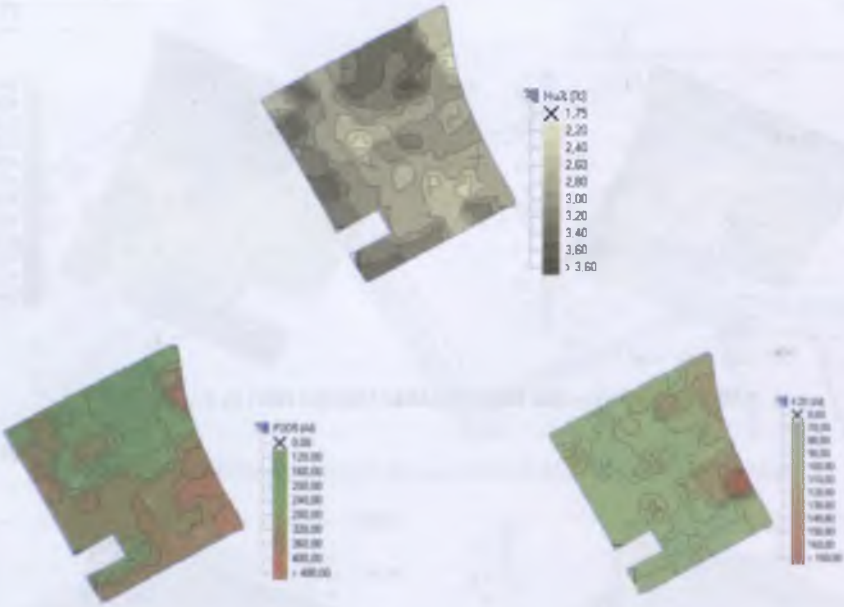
A 4 t/ha alatti, illetve feletti hozam kontúrvonalas térképe az on-line talajellenállás térképen (kN) (kukorica, 2001)

21. ábra



Az 5 t/ha alatti, illetve feletti hozam kontúrvonalas térképe az on-line talajellenállás térképen (kN) (kukorica, 2002)

22. ábra



Tápanyagellátottsági térképek

NYUGAT-MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATI VISZONYAI ÉS A KUKORICA

VARGA-HASZONITS ZOLTÁN – VARGA ZOLTÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A Nyugat-Dunántúl, illetve Nyugat-Magyarország hazánk legnedvesebb és leghűvösebb területe. Vizsgálata ezért kiemelkedő fontosságú az éghajlati változékonyság (éghajlatingadozás) és egy esetleges éghajlatváltozás szempontjából. A hőmérsékleti és csapadék-viszonyainak jellemzése a 20. század hőmérsékleti és csapadékviszonyai alapján történt. A bemutatott ábrákon jól látható e terület nedves és hűvös jellege.

A növényekre ható meteorológiai tényezők közül a víz (a nedvesség), a sugárzás és a hőmérséklet alapvető fontosságú. Hatásuk azonban különböző az olyan életjelenségekre, mint a fejlődés és a produktivitás.

A meteorológiai tényezőknek a kukorica fejlődésére gyakorolt hatásának meghatározása több lépésben történt. Először – egy érzékenységi vizsgálat keretében – az egyes elemek hatásának erősségét vizsgálták a szerzők. Megállapítható volt, hogy a növények fejlődésére a termikus tényezők: a hőmérséklet és a sugárzás a legnagyobb hatású. A nedvességi tényezők szerepe lényegesen gyengébb. A komplex, több tényezőre alapozott vizsgálat ezért a termikus elemekre épült. Mivel ezek az elemek egymással is összefüggenek, a komplex értékeket indexek formájában állították elő. A hőmérséklet és a napfénytartam értékeiből képzett fototermikus index szoros kapcsolatot mutat a kukorica fejlődésének ütemével. Hasonlóképpen szoros a kapcsolat a radiotermikus index és a tenyészidőszak hosszának alakulása között.

Annak ellenére, hogy Nyugat-Magyarország az ország legnedvesebb területe, a kukorica terméshozamai érzékenyen reagálnak az évről-évre bekövetkező nedvességingadozásokra, amelyeket a relatív vízmérleget kifejező csapadék-párolgás index segítségével vizsgáltak a szerzők. A vizsgálat azt mutatta, hogy Nyugat-Magyarországon azok az évek kedvezőek a kukorica termése szempontjából, amikor a vegetációs periódus alatt lehullott csapadék mennyisége a potenciális párolgásból származó vízvesztességnek több mint a 60%-át pótolni képes, de a lehullott csapadék mennyisége 10%-nál nagyobb mértékben nem haladja meg a potenciális párolgást.

BEVEZETÉS

Az éghajlati viszonyok a mezőgazdaságot befolyásoló legfontosabb külső tényezők. Intenzitásukra és időbeli változékonyságukra a növények különböző módon reagálnak. Napjainkban még a hatás-válaszreakció kapcsolat nem teljes mértékben felderített. Ezért fontos megvizsgálni, hogy a meteorológiai viszonyok változásai milyen változásokat idéznek elő a növények növekedésében, fejlődésében és produktivitásában *(Varga – Varga-Haszonits, 2003)*.

Hatásvizsgálatunkban elsősorban két feladatra fordítunk figyelmet, az egyik a meteorológiai tényezőknek a kukorica fejlődési ütemére gyakorolt hatása. Ennek fontossága abban van, hogy segítségével képet alakíthatunk ki magunknak arról, hogyan változik a növények fejlődési üteme, ha egy-egy mete-

orológiai tényező, vagy néhány meteorológiai tényező kombinációja valamilyen irányban megváltozik. Célszerű ezzel párhuzamosan megvizsgálni a teljes vegetációs periódus hosszának a megváltozását is, mert előfordulhat, hogy a növények tényleges vegetációs periódusa és az éghajlatilag lehetséges vegetációs periódus különbözőképpen változik.

A másik fontos feladat az, hogy a meteorológiai tényezők terméshozamra gyakorolt hatását elemezzük. A meteorológiai tényezők évről-évre történő változása ugyanis az elsődleges oka az évről-évre bekövetkező termésingadozásoknak. S ennek figyelembevétele fontos szerepet játszik a népesség élelmezésének tervezésében. Emellett – ugyancsak az élelmezés szempontjából – kiemelt fontosságú egy esetleges éghajlatváltozás lehetséges következményeinek a felmérése.

Ezt a két feladatot a Nyugat-Magyarországi Régió területén kialakult meteorológiai viszonyok alapján vizsgáltuk, figyelembe véve a régió sajátos környezeti viszonyait.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunkat a régió területén működő három fő meteorológiai állomás: Mosonmagyaróvár, Szombathely és Zalaegerszeg adatai alapján végeztük. Ezek az állomások az Országos Meteorológiai Szolgálat megfigyelőhálózatának a részét képezik.

A fenológiai adatokat részben az Országos Fajtakísérleti Intézet, részben pedig az Országos Meteorológiai Szolgálat megfigyelőhálózata gyűjtötte. A termésadatokat a Központi Statisztikai Hivatal által végzett felmérések szolgáltatták.

Az említett adatok a Nyugat-Magyarországi Egyetem mosonmagyaróvári Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Karán kialakított számítógépes agroklimatológiai adatbanknak is részét képezik. Vizsgálatunkat teljes mértékben ezen adatbankban található adatokra alapoztuk.

A meteorológiai tényezők növényfejlődésre gyakorolt hatásának vizsgálatánál Nyugat-Magyarország területén három olyan megfigyelőállomás állt rendelkezésünkre, ahol a vizsgálatot hosszabb párhuzamos adatsorokra lehetett alapozni. Szombathelyen 1966–1998 közötti 33 év, Mosonmagyaróváron és Keszthelyen pedig az 1983–1997 közötti 15 év adatsorával végeztük az elemzést. Az általunk használt számítógépes adatbankban Szombathely és Mosonmagyaróvár fenológiai és meteorológiai adatait az adott helyeken figyelték meg, míg Keszthely fenológiai adatsorához a Zalaegerszegen mért meteorológiai adatokat társítottuk.

A származtatott értékek közül két index-értéket használtunk, *az egyik a csapadék-párolgás index volt, a másik pedig a radiotermikus index.* Az agroklimatológiában mindkét index használata elterjedt, formájuk azonban esetenként különböző lehet *(Varga-Haszonits, 2002).* Mi a csapadék-párolgás indexet (PEI) a következő egyszerű formában használtuk:

$$PEI = \frac{P}{E_0} \qquad (1)$$

ahol P a csapadék mennyisége, E pedig a potenciális párolgás mennyisége milliméterben kifejezve. Ennek az indexnek – amely sokféle elnevezés formájában ismeretes – az előnye egyszerű előállíthatóságában van, mert csapadék és potenciális párolgás adatok a legtöbb meteorológiai állomáson rendelkezésre állnak, hátránya viszont, hogy napi adatokra nem használható, leginkább havi vagy annál hosszabb időtartamokra (pl. vegetációs periódus) szokták meghatározni.

A radiotermikus index is többféle néven használatos és többféle formában is előállították már *(Varga-Haszonits – Varga, 1998).* Mi ebben a munkában a fázistartamra vonatkozóan a következő formában használjuk:

$$RATI = \frac{1}{T} \cdot Q_{FA} \qquad (2)$$

ahol T az időszak középhőmérséklete, Q_{FA} pedig az időszak alatti fotoszintetikusan aktív sugárzás mennyisége.

Amennyiben nem a fázistartamot, hanem a fejlődés ütemét vizsgáljuk, a sugárzási tényezők közül pedig a napfénytartamot vesszük figyelembe, akkor a következőképpen határozzuk meg:

$$FOTI = \frac{1}{H} \cdot T \qquad (3)$$

ahol FOTI a fototermikus index, H a napfénytartam összege és T a középhőmérséklet.

A termés mennyiségének alakulását elsősorban a meteorológiai és agrotechnikai (fajta, műtrágya, növényvédelem) tényezők befolyásolják. Ahhoz, hogy a meteorológiai hatásokat külön vizsgálhassuk, a meteorológiai és agrotechnikai tényezőket szét kell választani, amelyet a következő ismert módon végeztünk el:

$$KMHI = \frac{Y}{Y_0} \qquad (4)$$

ahol KMHI a komplex meteorológiai hatásindex a meteorológiai hatások együttesét fejezi ki, Y az adott évre meghatározott tényleges gazdasági termés (kg/ha), Y_0 pedig az adott évre számított trendérték.

NYUGAT-MAGYARORSZÁG FONTOSABB ÉGHAJLATI JELLEMZŐI

A szélesebb természeti környezetet véve figyelembe, azt mondhatjuk, hogy hazánk nyugati területei az Alpok keleti előterében fekszenek. Ez meteorológiai szempontból – mivel hazánk a nyugati szelek zónájában fekszik – árnyékoló hatást jelent a nyugati áramlásokkal szemben. Ezért ezek a nyugat felől érkező áramlások a Duna völgyében, a dévényi kapun keresztül jutnak be a Kárpát-medencébe, s délre fordulva érik el a Kisalföldet, majd a Nyugat-Dunántúl déli területeit. E terület egyik sajátossága tehát, hogy bár távol fekszik az Atlanti óceántól, az uralkodó nyugati áramlások miatt mégis annak hatása érvényesül a legerősebben hazánkban, és ez a hatás éppen az ország nyugati területeinél éri el az országot először. Hozzátéve ehhez, hogy az Északnyugat-Dunántúl pedig éppen emiatt az ország legszelesebb területe is *(Varga-Haszonits et al., 2004)*.

A tenger hatása abban is megnyilvánul, hogy a tavaszi felmelegedés következményeként május vége, június eleje táján már a szárazföld felett a nappali időszakban a felszálló áramlás lesz a jellemző, s ezért a hűvösebb, nehezebb tengeri levegő beáramlik a felmelegedett, felszálló levegő helyére. Ez a beáramlás a nagyobb nedvességtartalmú, tengeri eredetű levegő miatt jelentős csapadéknövekedéssel jár, ezért ebben az időszakban alakul ki a csapadékmaximum, s mivel itt érik el először hazánkat a nedves légtömegek, s még itt tartalmazzák a legtöbb nedvességet, ez a terület a legcsapadékosabb.

Ugyanakkor a tengerhatás és a nyugati áramlás azt eredményezi, hogy a telek általában enyhébbek, a nyarak viszont hasonlóan hűvösek, mint az ország északi területein. Hőmérsékleti szempontból tehát érvényesül a nyugati szelekkel érkező tengeri légtömegek mérséklő hatása.

Hőmérsékleti viszonyok. A hőmérsékleti viszonyok területi eloszlását az 1. ábrán mutatjuk be *(Varga-Haszonits et al., 1999; Varga-Haszonits et al., 2003)*.

Az ábrán látható, hogy az ország nyugati határmenti területének középső része az északkeleti országrész területéhez hasonlóan hűvös, 10 fok alatti évi középértékek jellemzik. Ezt öleli körül egy szélesebb zóna, ahol az évi középértékek – ha kis mértékben is, de – meghaladhatják a 10 fokot. Figyelembe véve az ország középső és déli területeit, ez az országrész ezeknél évi középhőmérsékletben 0,5–1,0 fokkal hűvösebb.

Csapadékviszonyok. A csapadékviszonyokat a 2. ábrán láthatjuk. A 20. század csapadékviszonyai alapján a délnyugati országrész a legcsapadékosabb. Itt az átlagos évi összegek mindenütt 650 mm felett vannak, de egyes helyeken 700 mm fölé emelkednek. A nyugat-magyarországi területeken észak felé haladva az átlagos évi csapadékmennyiség fokozatosan csökken, és a Kisalföld északnyugati részén a legkevesebb (580–610 mm közötti).

Rövid éghajlati jellemzés. A Nyugat-Dunántúl tehát az ország egyik leghűvösebb és legcsapadékosabb területe. A terület azonban kelet felé haladva fokozatosan melegebbé válik, észak felé haladva pedig az évi csapadékmennyiség csökken. Hazánk területének agroklimatológiai elemzése során részletesen bemutattuk az egyes területek jellegzetességeit is, beleértve az Alföld középső és déli területeinek meleg és száraz, valamint a Nyugat-Dunántúl hűvös és nedves jellegét (*Varga-Haszonits et al., 2000*).

A meteorológiai tényezők és a növényfejlődés üteme

A növényeket három meteorológiai tényező: a sugárzás, a hőmérséklet és a nedvesség jelentősen befolyásolja, ezért az ezeket reprezentáló egy-egy elem és egy index hatását vizsgáltuk meg a három nyugat-magyarországi állomáson a vegetációs periódus három szakaszában, a kukorica fejlődési ütemére. Eredményeinket a 1. táblázat tartalmazza, amely az egyváltozós (lineáris) összefüggésvizsgálatok korrelációs koefficienseit mutatja be. Jól kivehető, hogy a fejlődés kevésbé érzékeny a vízellátottságra, s Magyarországnak ebben a viszonylag nedves régiójában a víz sem korlátozó tényező. A relatív nedvesség általában nem befolyásolja szignifikánsan a fejlődés sebességét. Az együtthatók, egy kivételtől eltekintve, 0,20 alatt maradtak.

A középhőmérséklet már jelentősebb mértékben képes szabályozni a fejlődést, különösen az érés időszakában, amikor akár 0,77-es korrelációs koefficiens is előfordul, de e területeken egyértelműen a sugárzás a meghatározó e vonatkozásban: a napfénytartam 58–86%-ban felelős a fejlődési ütem alakulásáért. Míg a hőmérséklet legerőteljesebben a generatív szakaszban hat, addig a megvilágítás hossza a vegetatív fázisban mutatja a legnagyobb korrelációs koefficiens értékeket.

A valóságban a hatások nem különülnek el, hanem együttesen jelentkeznek, ezért célszerű több meteorológiai tényező együttes hatását is megvizsgálni. Mivel a nedvesség befolyása elhanyagolható, ezért a sugárzást és a hőmérsékletet indokolt figyelembe venni. Többváltozós összefüggésvizsgálat ilyen esetben a multikollinearitás veszélye miatt nem jöhet szóba, ezért a fototermikus indexet, azaz az adott időszak átlaghőmérsékletének és napfénytartam összegének hányadosát használtuk, amelyet a (3) formulával számítunk. Az egységnyi megvilágításra eső hőmérséklet-változás mennyisége döntően (75–95%-ban) meghatározza a Nyugat-Dunántúlon a kukorica fejlődésének ütemét.

A 2. táblázat a teljes vegetációs periódusra vonatkozóan szemlélteti az egyes tényezők befolyásának erősségét, illetve sorrendjüket. E vizsgálat kezdetén egy adatsorban egyesítettük a három különböző időszakra (kezdeti fejlődés, vegetatív szakasz, generatív szakasz) vonatkozó adatokat, s ezen az egyesített állományon végeztük el az összefüggés-vizsgálatokat, melyeket ilyen módon az időszak egészére tekinthetünk érvényesnek. A leggyengébb nedvességi hatást meghaladja a hőmérsékleti, a legerősebb pedig – ahogyan az várható is volt – a sugárzási. A fototermikus index befolyása a teljes vegetációs periódusban 96%-os!

Amikor a bemutatott lineáris összefüggések helyett másodfokú görbékkel határoztuk meg az összefüggéseket, akkor a korrelációs indexek valamivel magasabbak lettek.

A meteorológiai tényezők és a vegetációs periódus hossza

A vegetációs periódus ugyanúgy, mint az egyes fenofázisok, elsősorban a termikus meteorológiai tényezők (hőmérséklet, napfénytartam, sugárzás) függvénye *(Varga et al., 2004)*. Ezért mindenekelőtt ezeket a tényezőket vettük számításba, de megvizsgáltuk azt is, hogy a fontosabb higrikus tényezők hatása milyen mértékben érvényesül. Az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

Látható a 3. táblázatból, hogy a termikus meteorológiai tényezők közül a hőmérséklet és a fotoszintetikusan aktív sugárzás van a legnagyobb hatással a kukorica tenyészidőszakának hosszára. A nedvességi tényezők közül a csapadék hatása látszik a legerőteljesebbnek. Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy a meleg időszakban (a kukorica tenyészidőszakában) csapadékhullás rendszerint hőmérsékletcsökkenéssel jár együtt. Így a csapadék hatásában hőmérsékleti hatás is érvényesülhet. Hasonló mondható el a két párolgási tényezőről is. A nedvességi tényezők és a hőmérséklet közötti szorosabb kapcsolat miatt nagyon nehéz „tiszta nedvességhatás"-t meghatározni.

A többtényezős hatás figyelembevételéhez ezért olyan indexet képeztünk, ahol a csapadék egyrészt a bevételi forrást, a párolgás pedig a fő kiadást képviseli, másrészt mind a kettő valamilyen formában összefügg a hőmérséklettel is, ezért a kettő aránya talán jobban kifejezi a nedvesség hatását, mint bármelyikük külön-külön. A csapadék-párolgás index azonban csak gyenge hatást mutat (3. táblázat).

A hőmérséklet és a fotoszintetikusan aktív sugárzás segítségével képzett radiotermikus index azonban kiemelkedően szoros kapcsolatot mutat a tenyészidőszak hosszával (3. táblázat). Bár a fotoszintetikusan aktív sugárzás hatása nem minden megfigyelőhelyen mutat hasonlóan szoros kapcsolatot a tenyészidőszakkal, a radiotermikus index mégis mindegyik vizsgált helyen magas korrelációs indexszel jelentkezik.

Az összefüggés formája másodfokú polinom, amelyet Szombathely 33 évi adatsorára vonatkozóan a 3. ábrán láthatunk.

Mivel az éghajlatváltozás az üvegházhatás következményeként várható, tehát várhatóan nem a sugárzás növekedése, hanem az üvegházhatású gázok légköri felhalmozódása idéz elő melegedést, feltételezhetjük, hogy a sugárzás mennyisége közel állandó marad, csak a hőmérséklet értéke változik a radiotermikus indexben. Az egy fokos hőmérsékletváltozás általában 3–4 egységnyi változást idéz elő a radiotermikus indexben. A 3–4 egységnyi radiotermikus index változásnak hozzávetőlegesen 5–7 tenyésznapváltozás felel meg, vagyis ha a tenyészidőszak középhőmérséklete 2 fokkal változna, akkor már közel kéthetes eltolódás is lehet a tenyészidőszak hosszában.

A vegetációs periódus alatti meteorológiai tényezők és a terméshozam

A meteorológiai tényezők és a termés közötti kapcsolatot – különösen azokon a területeken, ahol a természetes csapadék az egyetlen vízbevételi forrás – a vízellátottság évről-évre történő nagyfokú változékonysága miatt a nedvességi viszonyoknak a terméshozamra gyakorolt hatására szokták alapozni.

A nedvességi viszonyokra alapozott vizsgálat előtt azonban a három nyugatdunántúli megyében elemeztük a tenyészidőszak hossza és a terméshozam közötti kapcsolatot. A tenyészidőszak hossza ugyanis – amint az előzőekben láthattuk – szoros kapcsolatban van a termikus tényezőkkel. A három vizsgálat azt mutatta, hogy egyedül Zala megyében van szoros kapcsolat a tenyészidő hossza és a termés között, a másik két helyen a kapcsolat meglehetősen gyenge. Ebből arra lehet következtetni, hogy hazánkban is a nedvességnek van nagyobb szerepe a termés kialakításában. Még az ország legnedvesebb területének számító Nyugat-Dunántúlon is. A termikus tényezők

hatása elsősorban a növényfejlődés befolyásolásán keresztül érvényesül.

A nedvességi tényezők esetében is komplex értéket használtunk a nedvességi viszonyok termésre gyakorolt hatásának megállapítására. A csapadék-párolgás index lényegében relatív vízmérleget fejez ki a legáltalánosabban használt éghajlati elemek segítségével, a fő bevételi forrást jelentő csapadékot hasonlítja a legnagyobb kiadást előidéző potenciális párolgással. Az index értékeit az április-szeptember időszakra vonatkozóan határoztuk meg. A kapott összefüggések szoros korrelációt mutatnak, amelyet harmadfokú polinommal lehet a legjobban kifejezni. A korrelációs index Mosonmagyaróvár esetében a legmagasabb (0,5620), majd Szombathely következik (0,5617) és végül Zalaegerszeg (0,5127). A három összefüggés közül a Szombathelyre vonatkozót mutatjuk be a 4. ábrán.

Ismeretes, hogy a trendarány 1 értéke fejezi ki az agrotechnikai szintnek megfelelő terméshozamot. Az 1-nél magasabb értékek a meteorológiai tényezők kedvező hatását mutatják, az 1 alatti értékek pedig a kedvezőtlen hatásokat. Látható a 4. ábrán, hogy ha a vegetációs periódus alatt lehulló csapadék a levegő által elpárologtatható vízmennyiség legalább 60%-át pótolni képes, akkor a terméshozamok kedvezően alakulnak. Ez a hatás addig tart, amíg a lehullott csapadék mennyisége 10%-nál jobban nem haladja meg a potenciális párolgást. Utána már a sok nedvesség sem kedvez a kukorica termésének, ezért a csapadék-párolgási index értékének további emelkedésével a hozamok csökkennek. Hasonló a helyzet akkor is, ha a csapadék a potenciális párolgásnak kevesebb mint 60%-át tudja csak pótolni. A kukorica terméshozamai ezért a csapadék-párolgás index további csökkenésével jelentős mértékben csökkennek.

Mosonmagyaróvár és Zalaegerszeg esetében is hasonló eredményeket kaptunk. Úgy tűnik tehát, hogy a nedves nyugat-magyarországi területeken is kiemelt szerepet játszik a víz a kukorica terméshozamainak alakulásában. Bár a nedvességi viszonyok elég széles sávban kedvezőek a kukorica termése számára, mind a túlságosan magas, mind pedig az alacsony vízellátottság a termés gyors csökkenését idézi elő.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) VARGA-HASZONITS Z. (2002): Water supply of growing seasons and maize production. Időjárás, Vol. 106, No. 3–4, 89–101. pp. (2) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. (1998): A meteorológiai tényezők hatása a kukorica fenofázisainak tartamára. Növénytermelés, Tom 47., No. 5., 503–512. pp. (3) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS ZS. (2003): A havi és évi középhőmérsékletek alakulása a 20. században Magyarországon. Acta Agronomica Óváriensis, 45 (2), 155–165. pp. (4) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS ZS. (2004): Az éghajlati változékonyság és az extrém jelenségek agroklimatológiai elemzése. Monocopy Kft., Mosonmagyaróvár, 264 p. (5) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS ZS. – VÁMOS O. (1999): Hazánk hőmérsékleti és csapadékviszonyainak elemzése 110 évi adatsorok alapján. Acta Ovariensis, Vol. 41, No. 1, 75–86. pp. (6) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS ZS. – VÁMOS O. – SCHMIDT R. (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. Lóriprint, Mosonmagyaróvár, 223 p. (7) VARGA Z. – VARGA-HASZONITS Z. (2003): A meteorológiai tényezők hatása a kukorica életjelenségeire és e kapcsolatok modellezési lehetőségei. Növénytermelés, Vol. 52, No. 3–4, 445–458. pp. (8) VARGA Z. – VARGA-HASZONITS Z. – LANTOS ZS. (2004): Az éghajlati változékonyság és a kukorica tenyészidőszakának a hossza. Növénytermelés, 53 (1), 1–12. pp.

1. ábra

9,3 - 9,6 9,6 - 9,9 9,9 - 10,2 10,2 - 10,5 10,5 - 10,8 10,8 - 11,1

Az évi középhőmérsékletek területi eloszlása az 1901–2000 közötti időszakban

2. ábra

530 - 550 550 - 570 570 - 590 590 - 610 610 - 630 630 - 650 650 - 670 670 - 690 690 - 710 710 - 730

A csapadék évi átlagos összegeinek területi eloszlása az 1901–2000 közötti időszakban

1. táblázat

A meteorológiai elemek hatása a fejlődés ütemére (lineáris összefüggések korrelációs koefficienseinek értékei)

Állomás	Fenofázis	Relatív nedvesség	Napfénytartam	Hőmérséklet	Fototermikus index
Keszthely	vetés-kelés	0,03	0,66	0,07	0,86
	kelés-címerhányás	0,15	0,86	0,53	0,91
	címerhányás-érés	0,62	0,72	0,68	0,88
Mosonmagyaróvár	vetés-kelés	0,04	0,73	0,30	0,83
	kelés-címerhányás	0,16	0,86	0,38	0,95
	címerhányás-érés	0,14	0,65	0,52	0,88
Szombathely	vetés-kelés	0,19	0,58	0,59	0,75
	kelés-címerhányás	0,01	0,71	0,35	0,80
	címerhányás-érés	0,18	0,74	0,77	0,94

2. táblázat

A meteorológiai elemek hatása a kukorica fejlődési ütemére a vegetációs periódus egészében (lineáris összefüggések korrelációs koefficienseinek értékei)

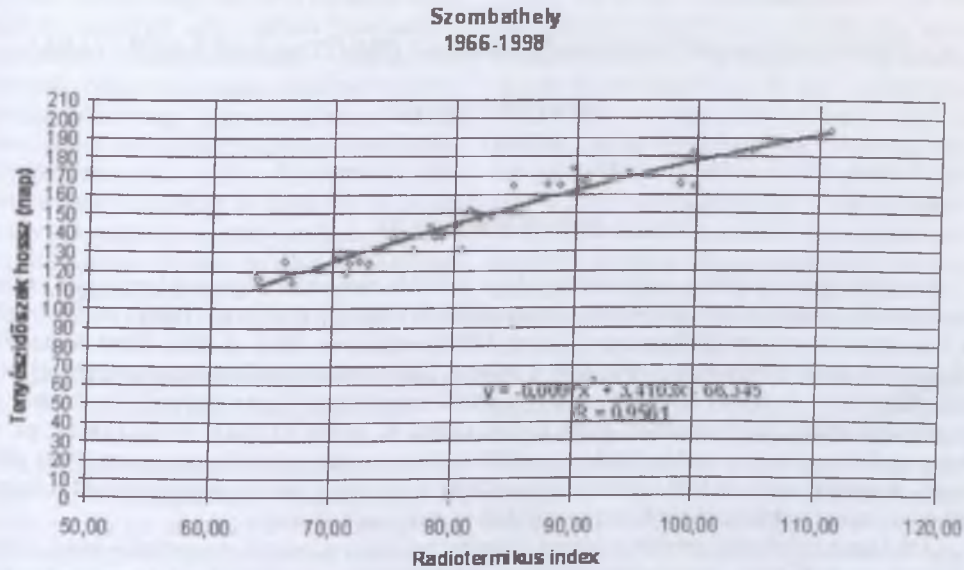
Állomás	Relatív nedvesség	Napfénytartam	Hőmérséklet	Fototermikus index
Keszthely	0,38	0,82	0,63	0,96
Mosonmagyaróvár	0,44	0,90	0,64	0,96
Szombathely	0,35	0,89	0,54	0,96

3. táblázat

Összefüggés a meteorológiai elemek és a kukorica tenyészidőszakának hossza között (korrelációs indexek)

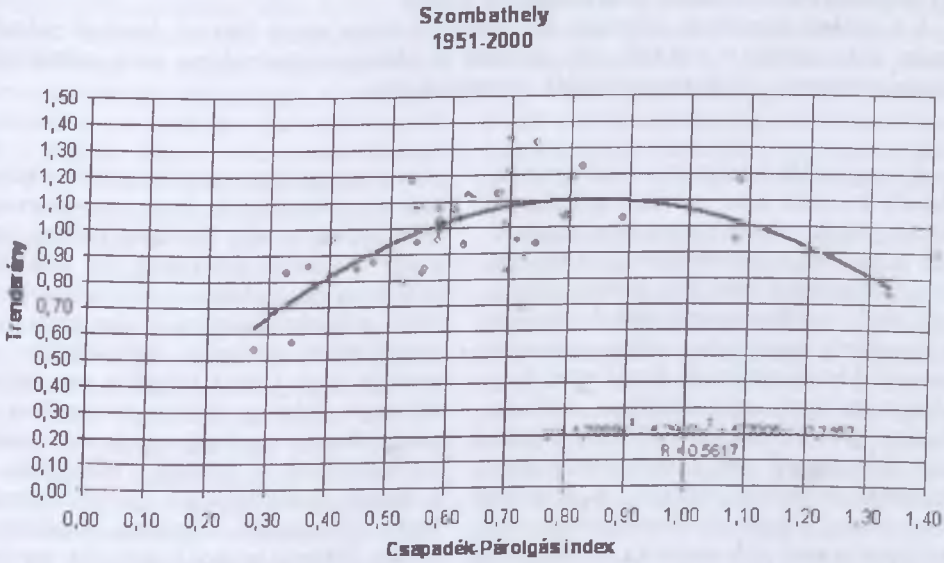
Meteorológiai elem	Tenyészidőszak hossza		
	Mosonmagyaróvár 1983–1997	Szombathely 1966–1998	Keszthely 1983–1997
Hőmérséklet	0,7736	0,7630	0,6299
Napfénytartam-összeg	0,5311	0,7798	0,6892
Fot. aktív sugárzás	0,7199	0,9115	0,7668
Potenciális párolgás	0,2431	0,6310	0,5013
Csapadék	0,5160	0,4892	0,6420
Relatív talajnedvesség	0,3418	0,1652	0,3734
Csapadék/Pot.párolgás	0,2358	0,2341	0,3787
Radiotermikus index	0,9495	0,9561	0,9248

3. ábra



A radiotermikus index és a tenyészidőszak hossza közötti összefüggés

4. ábra



Összefüggés a csapadék-párolgási index és a kukorica trendarány alakulása között

KLÍMAVÁLTOZÁS, SZÉNMEGKÖTÉS ÉS AZ ERDŐTAKARÓ LABILITÁSA*

MÁTYÁS CSABA

ÖSSZEFOGLALÁS

Az erdők szénmegkötés tekintetében igen jelentős tényezők, ugyanakkor a talaj az a komponens, amely a szénmegkötés szempontjából végleges nyelőként (sink) funkcionál, a holt szerves anyag és humuszanyagok felhalmozódása által. A föld felett képződő biomassza csak átmenetileg köti meg a szenet. Ebből következően stratégiai cél új erdők telepítése a minél nagyobb szénmegkötő-kapacitás végett. Ugyanilyen fontos a gazdasági erdők fatermésének ipari hasznosítása is, mivel az ipari felhasználás, pl. a bútorgyártás, vagy a tartós faszerkezeti beépítés a szénmegkötés szempontjából előnyös. A másik, amit ki kell emelni, a fanövedék teljes körű hasznosításáról való lemondás, valamint a faállományok véghasználati életkorának emelése.

Általános vélekedés szerint a klímaváltozás hatására a zonális vegetációs övek, elsősorban az erdőövek, természetes szukcesszió keretében eltolódnak. A természetes folyamatok azonban nem érvényesülhetnek, mert Európában a tájak egésze (erdők és mezők egyaránt) emberi behatás alatt van, valamint az ilyen vándorlás túl lassú a változások bekövetkezéséhez képest. A fafajok természetes vándorlási sebessége általában egy nagyságrenddel kisebb, mint a változás üteme.

A vegetáció-összetétel változása az erdők esetében egyes fafajok kiesését jelenti. Amire már példák is vannak: fák váratlan és tömeges elszáradása, amit szélsőséges klímaesemények, időjárási anomáliák alapoznak meg.

A hazai erdők klimatikus veszélyeztetettségéről beszélni nem egyszerűen technikai kérdés, hiszen az erdőt nem lehet elválasztani az ökológiai, esztétikai és az emocionális szempontoktól sem. Sok minden elhangzott már a klíma-szcenáriókkal (forgatókönyvekkel) kapcsolatban. Ehhez a magam részéről annyit szeretnék hozzátenni, hogy Magyarországon (és általában Délkelet-Európa jelentős részén) sok tekintetben a zárt koronaszintű erdei ökoszisztémák létfeltételének a határán vagyunk. A kontinens ezen részén, a domb- és síkvidékeken – némi általánosítással – a csapadék, a vízellátás képezi a vegetáció minimumfaktorát.

Valamennyi fontos gazdasági fafaj tekintetében megállapíthatjuk, hogy magyarországi előfordulásuk az alsó ökológiai határon van, és egy lélegzettel azt is meg kell mondani, hogy nincs igazán őshonos alternatívájuk. Ha ezeket a fajokat, amelyek a zárt erdei ökoszisztémáknak domináns, uralkodó fajai, elveszítjük, nem tudunk helyettük más, közeli régiókban őshonos fajokat betelepíteni. A csekély felszíni tagoltság nyilván sebezhetővé tesz bennünket, és nehezíti a felkészülést az is, hogy az erdészetben 80–120 éves üzemtervezési szakaszokkal dolgozunk, legalábbis az értékes, őshonos lombos keményfák esetében. Emiatt nem közömbös az erdőgazdálkodónak, mi várható 80 vagy 100 év múlva.

Ugyanakkor nem lehet kétséges, hogy természetes állapotukban hagyott rendszerek

* Az NKFP erdőklíma projekt első eredménye.

jobban tudnak reagálni, mint az olyan rendszerek, amelyek erős emberi bolygatás – esetünkben erdőgazdálkodás – hatása alatt vannak. Magyarországon azonban gyakorlatilag nincs egy négyzetméternyi terület sem, amely ne viselné magán az évszázados, sőt több évezredes emberi beavatkozás közvetlen vagy közvetett hatását. Ez a körülmény az erdőtakaró stabilitásának klimatikus kockázatát növeli, és még nehezebben előre jelezhetővé teszi.

A LÉGKÖRI SZÉN MEGKÖTÉSE ÉS AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS

A tanulmányban két témakört érintek. Az egyik a szénmegkötéssel kapcsolatos, a másik pedig az erdőtakaró labilitásával. A szénmegkötés tekintetében ki kell ismételten emelni, hogy az erdei ökoszisztémában a talaj az a komponens, amely a szénmegkötés szempontjából végleges nyelőként (sink) funkcionál, a holt szerves anyag és humuszanyagok felhalmozódása által. A föld felett képződő biomassza csak átmenetileg köti meg a szenet, az élőlény elpusztulásával a szerves struktúrák elbomlanak, a szén visszakerül az atmoszférába. Ha összehasonlítjuk a magyar átlagos erdei ökoszisztémákban a föld feletti biomasszában, és a föld alatt tárolt szénmennyiségeket, akkor elég meglepő, hogy a föld alatt több szén van megkötve, mint a föld fölött.

Az erdei ökoszisztémák szénlekötésével kapcsolatosan ki kell emelni az erdőgazdálkodás jelentőségét. Ha kivonjuk a szenet az erdőből a fakitermelés révén, akkor kb. 2,6 millió tonna szenet tudunk évente tartósan lekötni az ország erdeiben. Míg ha nem gazdálkodunk, magára hagyjuk az erdőállományokat, akkor a tartós szénmegkötés a talajra korlátozódik; ez a mennyiség mindössze kb. 0,9 millió tonnát tesz ki évente.

Az 1. ábrán a magyarországi erdőkben évente és hektáronként átlagosan megkötött, ill. felszabaduló szénmennyiségek szerepelnek. Egy hektár átlagos közép-európai erdő bruttó 15 tonna szenet asszimilál egy év alatt. Ennek nagyobb része rövid időn belül a légzés (5 t), az avarbomlás (3 t) és a talajlégzés és lebomlás (4,5 t) által oxidálódva visszakerül az atmoszférába. Ami ebből az erdészt igazán érdekli, az a mennyiség, ami évi növedék formájában a fa törzsére rakódik. Ez a szénmennyiség a fakitermelés révén az erdőből kinyerhető, és a szénforgalomból kivonható. Magyarországon jelenleg a kitermelt faanyag 45 százalékát fordítjuk energianyerésre, vagyis az évente és hektáronként átlagosan lekötött mennyiségből 0,9 t/ha-t. A tűzifában tárolt szén a légzéshez és lebomláshoz hasonlóan hamar visszakerül az atmoszférába. A kitermelt faanyagból hektáronként átlagosan 1,1 t/ha-t ipari célra dolgozunk fel, vagyis tartós használati termékké alakítunk át, amely többé-kevésbé tartósan kivonódik a szénkörforgalomból. Az értékes, iparilag hasznosítható faanyag termeléséhez ezért környezeti érdek fűződik.

Az iparilag feldolgozott 1,1 t/ha-hoz hozzáadódik az a szénmennyiség, amely évente és hektáronként a talajban halmozódik fel. A természetes egyensúlyi állapotot el nem ért erdőállományokban (és hazánkban az erdők nagy része ilyen) mintegy 0,5 t/év/ha-ra tehető az a szénmennyiség, amely a talajban humin anyagok formájában tartósan megkötődik, és ez a folyamat még hosszú ideig folytatódhat.

Talán nem mindenki által ismert az a körülmény sem, hogy Magyarországon az erdők összes fakészlete folyamatosan növekszik, és évről évre folyamatosan növekszik az évi hozzáadott mennyiség is, vagyis a növedék (2. ábra). Természetesen a ténylegesen kitermelhető mennyiség, vagyis az erdőtervi fakitermelési lehetőség az összes fatermés évi folyónövedéke alatt van megállapítva, hiszen a növekmény egy része fiatal, még nem vágásérett állományokban képződik, másrészt az erdőterület jelentős részén védelmi megfontolásokból korlátozzák a fakitermelést. Az évi fakitermelés a 2. ábrán látható adatsor szerint folyamatosan és jelentős mértékben alatta marad a kimutatott

növedéknek. A felhalmozódó fakészlet-mennyiség gyakorlatilag többlet-szénnyelőként szerepel, és ez a helyzet csak akkor változik meg, ha ezek az erdők – valószínűleg részben kikerülve a gazdaságilag hasznosított erdőállományok köréből – természetes életciklusuk végéhez érkeznek. A hazai szénmérlegben ezért ennek a tényezőnek is szerepe van.

TOLERANCIAHATÁR ÉS A NÖVEDÉKGYORSULÁS PROBLÉMÁJA

Biológia vagy élettan tankönyvekből jól ismert a toleranciagörbe, amelyik az élőlény környezeti tényezőkkel szembeni (jobbára spekulatívan meghatározott) tűrőképességét, azaz toleranciáját jelzi. Fás növények esetében erről a toleranciáról nagyon kevés tudásunk van, holott a klímaváltozás ezeket a határokat ostromolja meg. Bizonyos erdészeti közös tenyészkerti kísérletekben sikerült kimutatni a produkció hőmérsékletnövekedéssel összefüggő leesését, amely végül a tolerancia, a kompetitív kézség és a vitalitás határát jelöli ki. Ami bennünket foglalkoztat, az az, hogy hol van az a pont, amikor a növény produkciója nullára csökken, élettevékenységei leállnak, azaz az egyed elpusztul. Sajnos ez nem teória, hanem az ország nagy részén az erdőkben szórványosan már megfigyelhető jelenség.

Van itt egy nagyon érdekes ellentmondás, amire szeretnék kitérni. Egyrészt a légköri szén-dioxid dúsulás, továbbá a fokozódó nitrogén-terhelés tápanyagkínálat-növelő hatásából a növekedés gyorsulását vezethetnénk le, másrészt viszont azt is tudjuk, hogy a kontinentális Közép-Európában, a Kárpát-medencében fokozódó vízhiány van, ami a produkció csökkenéséhez kellene vezessen. Ennek az ellentmondásnak a feloldása a jelenleg folyamatban lévő Klíma–Erdő projekt egyik fontos feladata.

A teljes hazai faprodukció elemzése ilyen szempontból rendkívül komplikált, és hibákkal terhelt. A közelmúltban az egész országra kiterjedő erdőleltár adatainak a feldolgozása alapján *Somogyi Zoltán* próbált választ találni arra, hogy vajon a fakészlet tekintetében az utóbbi két évtizedben növekedés, vagy csökkenés jelei mutatkoznak-e Magyarországon. Az előzetes vizsgálatok alapján csak az állapítható meg, hogy a különböző fafajok különbözőképpen reagálnak, az általános produkciócsökkenés nem erősíthető meg, bár egyes fafajoknál mintha érzékelhető lenne már ilyen összefüggés, de szeretném azt is hozzátenni, hogy az adatok nem véglegesek. A produkció csökkenését az Állami Erdészeti Szolgálat növedékelemző monitoring adatai sem erősítik meg *(Veperdi, 2004)*.

STRATÉGIAI FELADATOK A SZÉNMEGKÖTÉS SZEMPONTJÁBÓL

Mindebből le is vezethetjük mi a teendő, és mik a stratégiai célok. Nyilvánvaló, hogy a szénlekötés szempontjából az új erdők telepítése kézenfekvő és fontos feladat. Ugyanilyen fontos azonban a gazdasági erdők fatermésének ipari hasznosítása is. Bármennyire is elítélendőnek tűnik, hogy deszkát készítünk az élő fából, az ipari felhasználás, pl. a bútorgyártás, vagy a tartós faszerkezeti beépítés a szénmegkötés szempontjából előnyös.

A másik, amit ki kell emelni, a fanövedék teljes körű hasznosításáról való lemondás, valamint a faállományok véghasználati életkorának emelése. Mindkét célkitűzés egyrészt természetvédelmi szempontokat elégít ki, ugyanakkor az erdő szénnyelő szerepét erősíti. Fontos továbbá a talajvédelem, a humuszképződés segítése is. Mivel itt szénmegkötésről van szó, a talaj víztartalmának, illetve az ökoszisztéma vízmegtartó képességének a mindenáron való megőrzése nincs külön kiemelve, pedig ezt a feladatot nem lehet eléggé hangsúlyozni. Minden technológiai megoldást alá kell rendelni ezeknek a

céloknak. Ebből a megközelítésből a gazdálkodás felhagyása kedvezőtlen hatású. Ugyanígy kedvezőtlen a biomassza energiacélú felhasználása, pedig most a fatüzelésű erőművek nagyon divatba jöttek. Bár kétségtelen, hogy az így felszabaduló szén – a fosszilis szénnel szemben – megújuló biogeokémiai körfolyamat része, azonban ezzel az energiatermeléssel az erdők szénnyelő szerepét nem javítjuk. Erdőművelési szempontból az aktív, dinamikus alkalmazkodást kell előtérbe helyezni, a hatásokat továbbra is folyamatosan elemezni, követni (monitorozni) kell.

AZ ERDŐTAKARÓ LABILITÁSA

Már említettem, hogy Magyarországon az erdészek 4 alapvető zonális vegetációs övet különítenek el. Ezek a bükkösök, a gyertyános-tölgyesek, a cseres (kocsánytalan) tölgyesek és az erdős sztyep zónái.

Megpróbáltuk ezekre a zónákra meghatározni a tipikus klímákat, és a zónák közötti különbségeket. A 2. táblázat első sorában tüntettük fel a zónák közötti átlagos klimatikus távolság mértékét, csapadék és nyári átlaghőmérséklet vonatkozásában. A négy zóna közötti átlagos különbség mintegy 57 milliméter csapadék évente, nyári hőmérsékletben pedig 0,8 fok. Ez tehát egyfajta lépcsőmagasság egyik zónából a másikba. A különbség önmagában nem tűnik soknak, de ha megnézzük a klímaváltozási szcenáriókat, kiderül, hogy a változások mértéke igen jelentős a zónák klimatikus különbségeihez képest. Az eddig megfogalmazott forgatókönyvek közül még a legenyhébb is legalább egy zónakülönbséget jelent. A 3. ábrán az előbb felsorolt zónákat látjuk, az évi csapadék és a júliusi átlaghőmérséklet koordináta rendszerében.

A 2. számú klímaváltozási forgatókönyvnek megfelelő változás nyomán a jelenlegi cseres-tölgyes klíma helyén lévő területek klímaadatai rosszabbak lehetnek a jelenlegi erdőssztyep klíma átlagánál. A többi zóna esetében is ugyanezt mondhatjuk, az elmozdulás minden esetben egy zónának felel meg.

Hol vannak a leginkább veszélyeztetett területek? Eredményeink szerint a Dunántúli dombvidékek a legveszélyeztetettebbek, elsősorban Tolna, Somogy dombvidékei, a Balaton környéke, valamint a Kisalföld déli szegélye, és természetesen az Alföldek. Hasonló eredményre jutottak a tőlünk függetlenül végzett klimatológiai vizsgálatok is *(Bartholy, 2004)*.

HATÁSELEMZÉS ÉS JÖVŐKÉPEK

A klímaváltozás hatáselemzésével kapcsolatban szeretném kiemelni, hogy ez nem egy új keletű kezdeményezés. A klimatológusok, erdészek, ökológusok már 1994 óta rendszeresen, 3 évenként találkoznak ennek a kérdéskörnek a megtárgyalására (Klímaerdő konferenciák).

Ezen túlmenően, Magyarország 1987 óta részt vesz annak az európai monitoring rendszernek a munkájában, amelyik az erdők egészségi állapotának folyamatos figyelését végzi. A monitoring rendszer felállítása az új típusú erdőkárok megjelenésével függ össze, amelyről utólag kiderült, hogy a kontinentális Európában elsődlegesen klímavezérelt, és nem valamilyen károsító (gomba, rovar) járványszerű fellépése, vagy környezeti terhelés következtében alakult ki. Az erdőkárokról óriási mennyiségű adatot gyűjtöttek össze, nemcsak Magyarországon, hanem Európában is. Ezt a hatalmas tömegű adatot ebből a szempontból eddig – tudomásom szerint – senki nem értékelte ki. Mi ezt a munkát négy intézmény (ERTI, Debreceni Egyetem, OMSz és NyME) együttműködésében elkezdett Széchenyi (NKFP) projekt keretében megpróbáljuk elvégezni.

Befejezésül még meg kell említeni, hogy a klímaváltozással kapcsolatban nagyon sokan a világon, de Európában és Észak-Amerikában különösképpen, térképeket gyártanak. Megpróbálják a jelenlegi vegetá-

ció zónák eltolódását leképezni, más és más klímaszcenáriók szerint. A megadott klimatikus adatok alapján nagyon szépen modellezhető, hogy hogyan vándorolnak ezek a zónák egyik pontról a másikra. Eközben feltételezik, hogy a vegetációs zónák, elsősorban erdőövek, természetes szukcesszió keretében fognak elmozdulni. A természetes folyamatok azonban nem érvényesülnek, mert nincsenek meg hozzá az előfeltételek. Semmiféle zónavándorlásra nem kerül sor, mert Európában a tájak egésze (erdők és mezők egyaránt) emberi behatás alatt van. Még ha lenne is lehetőség az elmozdulásra, túl lassú a vándorlás ahhoz képest, ahogy ezek a változások bekövetkeznek. A fafajok természetes vándorlási sebessége általában egy nagyságrenddel kisebb, mint a változás üteme. Nem így a rovaroknál, mert tudjuk, hogy a rovaroknál nagyon jelentős ez a változás.

A vegetáció-összetétel változása az erdők esetében egyes fafajok kiesését jelenti. Sajnos látunk rá már példákat: fák váratlan és tömeges elszáradásában nyilvánul meg, amit szélsőséges klímaesemények, időjárási anomáliák alapoznak meg. A mortalitás feltételei hosszú éveken át lappangva halmozódnak, majd a fák egyszer csak elérkeznek a tolerancia határához, és elpusztulnak. Az ellenálló képesség különbségei elsősorban fafaj szinten mutatkoznak. A változásokra érzékenyebb pl. a bükk, mint a nemes tölgyek, vagy éppen a csertölgy. A fajon belül is természetesen jelentős tolerancia különbségek vannak, ami már genetikai kérdés, de ennek részletei meghaladják a tanulmány kereteit *(vö. Mátyás, 2002)*.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) BARTHOLY J. – PONGRÁCZ R. – MATYASOVSZKY I. – SCHLANGER V. (2004): A globális klímaváltozás várható tendenciái a Kárpát-medence területére. In: Mátyás Cs. – Víg P. (szerk.): Erdő és klíma IV. NyME kiad. Sopron, 45–56. pp. (2) BERKI I. – CZIMBER K. – KOPÁNYI I. (2000): A hazai erdőtípusok aktuális elterjedése és éghajlati viszonyai. In: III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. jún. 7–9., DE TTK Meteorológia Tanszék, 116–120. pp. (3) FÜHRER E. – MOLNÁR S. (2003): A magyarországi erdők élőfakészletében tárolt szén mennyisége. Faipar LI. évf. 2. szám (4) MÁTYÁS CS. (2002): Erdészeti – természetvédelmi genetika. Mezőgazda, Bp. 422 p. (5) MÁTYÁS CS. – CZIMBER K. (2000): Zonális erdőtakaró mezoklíma szintű modellezése: lehetőségek a klímaváltozás hatásainak előrejelzésére. In: III. Erdő és Klima Konferencia Debrecen, 2000. jún 7–9., DE TTK Meteorológia Tanszék, 83–97. pp. (6) MIKA J. (2000): Hazai éghajlati forgatókönyvek. In: III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen 2000. jún. 7–9., DE TTK Meteorológia Tanszék, 9–23. pp. (7) VEPERDI G. (2004): EVH mintakörök FNM-es növedék-vizsgálata. Munkabeszámoló, Sopron (kézirat)

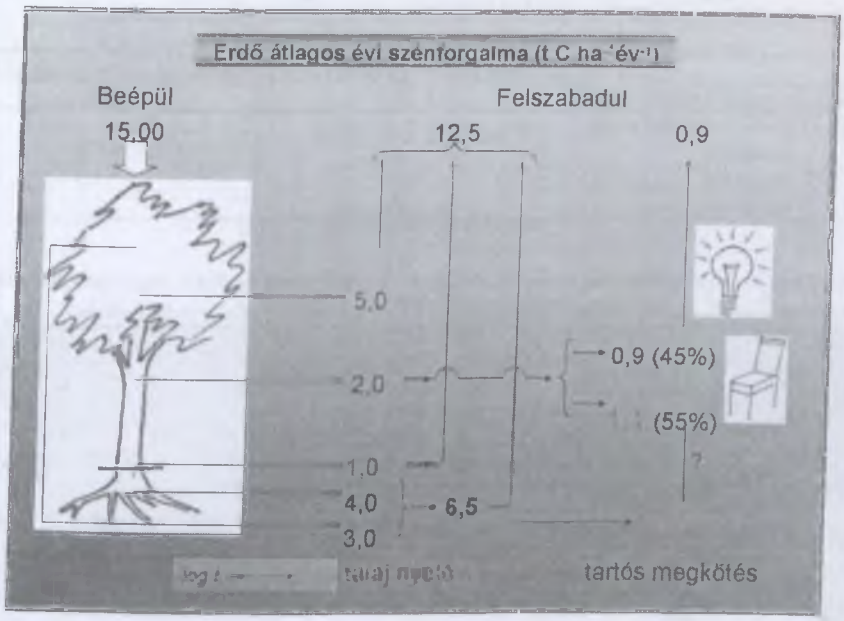
1. táblázat

Szénlekötés országos mennyisége
(1,8 millió ha erdőterületen, millió tonnában)

Összes szénkészlet	Erdei lekötés évente	Ebből évente tartós nyelőben lekötve
Föld felett 158 Mt Talajban 240 Mt	3,2 Mt 2,5 Mt	1,7 Mt iparifa (55%) 0,9 Mt humuszanyagok
Összesen 398 Mt	5,7 Mt Hazai kibocsátás: kb. 16 Mt	2,6 Mt e. gazdálkodással 0,9 Mt e. gazdálk. nélkül

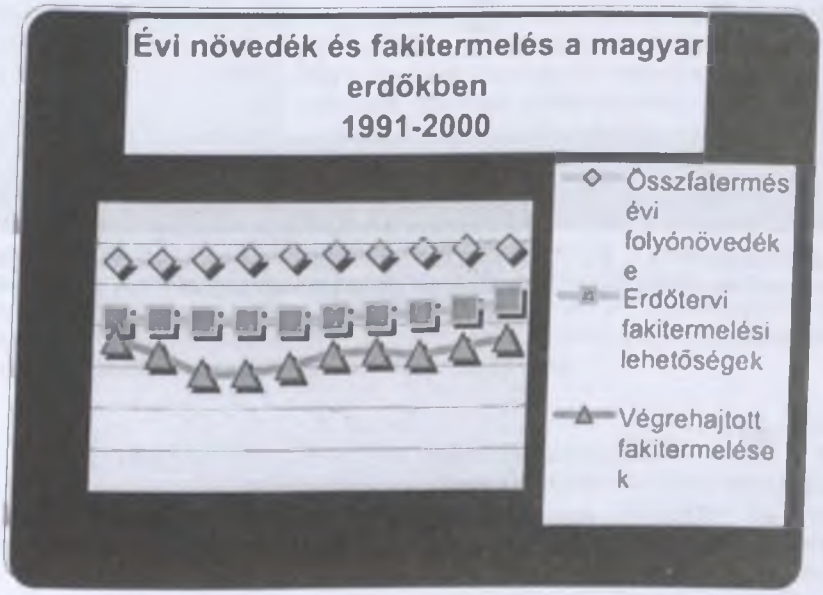
Forrás: Führer – Molnár, 2003 nyomán kiegészítve

1. ábra



Erdő átlagos évi szénforgalma Közép-Európában (hektáronként, tonnában)

2. ábra



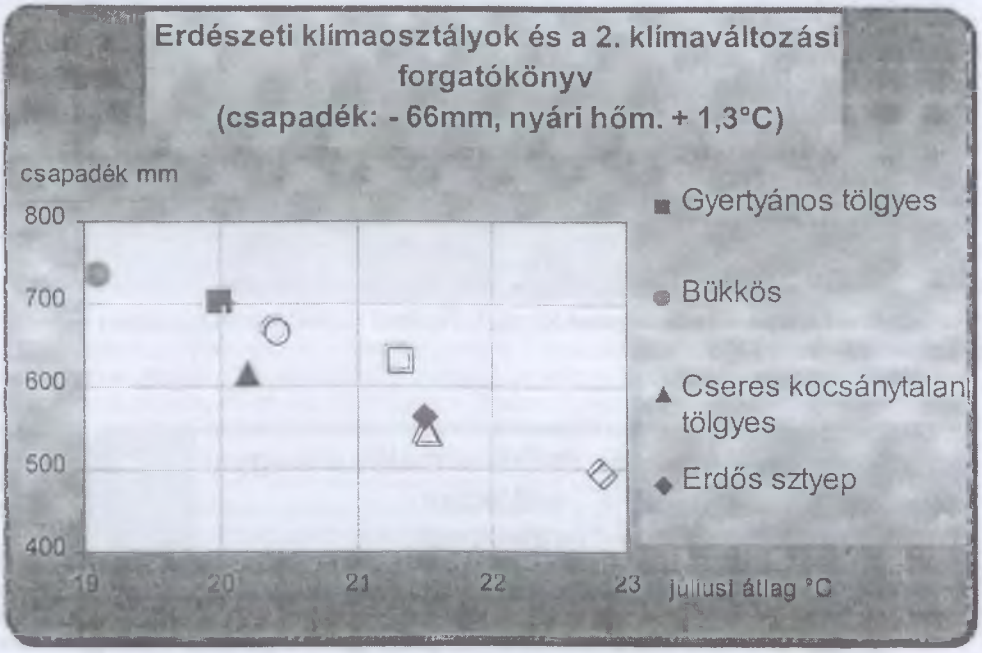
Évi növedék és fakitermelés, 1991–2000

2. táblázat

Zonális vegetációövek közötti különbségek és a klímaváltozás szcenáriói

	Éves csapadék (mm)	Nyári átl. hőmérséklet (°C)
Átlagos különbségek zónák között	57	0,8
Klímaváltozás forgatókönyvek		
1. szcenárió	–40	+1,1
2. szcenárió	–66	+1,3
3. szcenárió	±0	+1,5

3. ábra



Erdészeti klímaosztályok és a 2. klímaváltozási forgatókönyv (csapadékcsökkenés: 66 mm, nyári átlag hőmérséklet-emelkedés: +1,3 °C). Az egyes zónák jelenlegi adatait telt, a 2. forgatókönyvét az üres szimbólumok jelzik

A KLÍMAVÁLTOZÁS VALÓSZÍNŰSÍTHETŐ HATÁSAI A HAZAI VADGAZDÁLKODÁSRA

FARAGÓ SÁNDOR

ÖSSZEFOGLALÁS

A klíma lehetséges változásai a hazai vadgazdálkodás jövőképe szemszögéből elsősorban a vadállomány elterjedés- és populáció-dinamikájában realizálódhatnak, ugyanakkor a klímaváltozásnak a vadállományra gyakorolt tényleges hatásait csak igen korlátosan tudjuk bemutatni. Abban az esetben, ha a felmelegedés tartósan kedvezőtlen hidrológiai adottságokat eredményez, akkor szűkül a vízivad fajok élettere, különösen a fészkelőhelyek. Az átvonuló és telelő fajok esetében nem feltétlenül a területi csökkenés jelenti a veszélyt, hanem a vízhatások erősen labilis, ezáltal követhetetlen jellege. A bizonytalanság pedig a vonuló és telelőterület váltására ösztönözheti az eddigi Pannon-régiót választó vonulókat/telelőket.

A szélsőségesen száraz területekről elvándorolnak a mezei vadfajok. A szárazodás kompenzálására megvalósuló öntözési intenzitás-növekedés a szárnyasvadgazdálkodás szempontjából a veszélyeztetettség növekedését eredményezi, ennek megfelelően a legnagyobb értékű öntözővíz szükségletű intenzív gyepek lesznek a legkedvezőtlenebbek, a legalacsonyabb értékűek pedig a viszonylag kedvezőek.

Kritikus esetben az öntözés sem tudja pótolni a csapadékhiányt, vagy ökonómiai szempontból nincs értelme fenntartani a termesztett növény választékot, ebben az esetben a vetésszerkezet megváltozik, vagy területeket vonnak ki a szántó művelési ágból, s gyepesítenek, erdősítenek. Ez utóbbi esetben a technológiai nyomás elmaradását, a gyepesítést az apróvad, az erdősítést a nagyvad (erdősávok, mozaikos erdőfoltok esetében az apróvad) számára értékelhetjük kedvező eredményként. A szántóterületek csökkenése a mezei vadállomány – és a koegzisztens védett fajok – számára a mezőgazdasági rizikótényezők csökkenését is jelenti.

A felmelegedés hatására fellépő erdőállomány változások hatása várhatóan nem befolyásolja az erdőhöz kötődő nagyvadállomány mennyiségét, legfeljebb szolid mértékben trófeaminőségét. Az előre nem jelezhető hatásokat pedig mindenképpen sokszorosan semlegesíti a közben megvalósuló nemzeti erdőtelepítési program.

Meggyőződésünk, hogy a klímaváltozással kapcsolatos környezetállapot romlásra csak ökológiai válasz adható, azaz a kedvezőtlenül alakuló viszonyok kompenzálása környezetgazdálkodási beavatkozásokkal kísérelhető meg.

BEVEZETÉS

Az *IPCC*[1] *Harmadik Helyzetértékelő Jelentése (2001)* megerősítette, hogy a Föld éghajlata melegszik, s ebben a globális klímaváltozásban az ember tevékenységének is szerepe van. Kiemelten foglalkozott a regionális különbségekkel, de konszenzus alakult ki abban is, hogy ma még korai lenne fizikai alapokon nyugvó regionális becslések megfogalmazása, az erre irányuló kísér-

1 IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change = Kormányközi Éghajlatváltozási Panel

letek igen eltérő megbízhatóságúak. Az IPCC jelentés megállapításai alapján a korábban megalkotott hazai forgatókönyvek *(Mika, 2000)* is felülvizsgálatra kerültek, s újabb konklúziók levonása történt meg *(Mika, 2003)*. A korábban készített forgatókönyvek múltbéli kapcsolatrendszerek alapján, a jövőbeni kapcsolatoktól minden bizonnyal eltérő körülmények figyelembevételével jöttek létre, ezért jövőbeli extrapolálhatóságuk korlátos lehet. Fel kell mutatni mindazon bizonyítékokat, amelyek alátámasztják az ún. hasonlósági hipotézist, azaz a globális klímaváltozásokhoz hasonló regionális sajátosságokat. Mégis – bármi kétség övezi e forgatókönyveket – a megközelítések igényesebbek, mint a szakértői megfontolásokból származó ún. inkre-mentális szcenáriók *(Mika, 2003)*.

A hazánkra ható lehetséges éghajlatváltozások forgatókönyveit *Varga-Haszonits (2003)* az alábbiakban adja meg:

1) Az éghajlat nem változik – a vizsgált hőmérsékleti és nedvességi jellemzők értékei a jelenleg ismert szélsőértékek között ingadoznak, az extrém jelenségek előfordulási gyakorisága úgyszintén.

2) A hőmérséklet fokozatosan emelkedik – amely két nedvességi változási iránnyal is összekapcsolható

(a) a nedvesség növekszik = meleg-nedves változat – azaz nő a hőmérséklet, a levegő és a talaj nedvességtartalma, a szélsőségesen magas hőmérsékletek, nagyobb csapadékok és légnedvességi gyakoriságok előfordulása,

(b) a nedvesség csökken = meleg-száraz változat – azaz a növekvő hőmérséklet mellett csökkenne a levegő és a talaj nedvességtartalma, nőne a szélsőségesen magas hőmérsékletek előfordulása, megnövekedne a száraz időszakok hossza és intenzitása.

3) A hőmérséklet fokozatosan csökken – amely ugyancsak két nedvességi változási iránnyal kapcsolható össze

4) a nedvesség növekszik = hűvös-nedves változat – azaz a hőmérséklet-csökkenése együtt járna a levegő és a talaj nedvességtartalmának növekedésével. A szélsőségeshez közeli, vagy azt túllépő alacsony hőmérsékletek gyakorisága megnőne, szigorodhatnának az áttelelési viszonyok, később fejeződnének be a tavaszi fagyok, és korábban kezdődnének az őszi fagyok, belvizekkel és árvizekkel is számolni kell,

5) a nedvesség csökken = hűvös-száraz változat – azaz a csökkenő hőmérséklet mellett csökkenne a levegő és a talaj nedvességtartalma is, nőne a szélsőségesen alacsony hőmérsékletek előfordulása, a vegetációs időszak rövidülése, az árvizek és belvizek mellett, a száraz időszakok hossza és intenzitása is növekedne.

Napjainkban ezek közül szinte kizárólag a 2 (a) változattal foglalkoznak a szakemberek, azaz a hőmérséklet növekedésével és a nedvességviszonyok (csapadék) csökkenésével.

Mindezen lehetséges folyamatok – bizonytalan időbeni lefutás mellett – végeredményként számottevő változásokat hozhatnak a Kárpát-medence regionális ökológiai rendszerében. *Ezek a változások a hazai vadgazdálkodás jövőképe szemszögéből elsősorban a vadállomány elterjedés- és populáció-dinamikájában realizálódhatnak.* A hatások az alábbiak lehetnek.

A hidrológiai viszonyok megváltozása:

- Árvizek és belvizek gyakoribb fellépése.
- Szárazodás folyamatai – asztatikus vizek területének csökkenése.
- A vízhiány hatása a migrációra.
- A vízhiány élettani hatásai.
- A vízpótlás, azaz az öntözés mennyiségi és területi növekedésének hatásai.

A vegetáció megváltozása:

- Az erdőállományok változásának hatása a nagyvadállományra.
- A gyepterületek változásának hatása a vadállományra.

• A szántóterületek változása és a vadállomány.
• A vizes területek változása és a vízivad állomány.

Az egyes tényezők tüzetes átvizsgálása, lehetséges hatásainak megállapítása mellett foglalkoznunk kell olyan hatásokkal is, amelyek *párhuzamosan hatnak*. Ezek természetesen ugyancsak emberi tevékenység eredményeként fejtik ki hatásukat, részben gazdasági, részben ökológiai kényszerpályákon, illetve jól felfogott érdekből. Ezek a következők:

• Erdőtelepítési program.
• Élőhely-védelmi és rehabilitációs programok.
• Agrár-környezetvédelmi programok.

Ezen beavatkozások hatásai a vadállomány számára feltétlenül kedvezőek, tehát a klímaváltozás esetleges pozitív hatásait tovább erősítik, negatív hatásait pedig részben kompenzálják. *Mindennek következtében a klímaváltozásnak a vadállományra gyakorolt tényleges hatásait csak igen korlátosan tudjuk bemutatni.*

Arra pedig kísérletet sem teszünk, hogy a vadgazdálkodás egészét – beleértve ökonómiáját is – értékeljük, hiszen abban igen sok a rövidtávon is igazoltan jelentkező bizonytalansági tényező (tulajdonviszonyok, társadalmi megítélés, trófeagazdálkodás bizonytalan jövőképe, élelmiszerhigiéniai rizikók és annak szabályozása stb.), ami egy ilyen elemzést pontatlanná, következésképpen értelmetlenné, használhatatlanná tenne.

A KLÍMAVÁLTOZÁS OKOZTA HIDROLÓGIAI HATÁSOK ÉS A VADÁLLOMÁNY

Vizsgáljuk meg a felmelegedés hidrológiai változásainak a vadállományra gyakorolt várható hatásait, a korábbi időszakok száraz periódusainak elemzése összefoglalásaként!

A folyamszabályozások, azaz a szárazodás után a területek nedvesedése elsősorban az őszi csapadékviszonyoknak a függvényévé vált, s csak a kiterjedt szikesek időszakos padkaközi vizei és szikes tavai – tehát az asztatikus vizek – jelentenek vonzerőt a vízimadarak számára. A csökkenő területű és kiszáradó szikes puszták – a tengerpartok mindig üde gyepvegetációjához képest – nem feltétlenül vonzzák *a hosszútávon vonuló vízimadarakat*, különösen *a vadludakat*, következésképpen egy részben atlanti, de főként pontuszi irányú vonulási útvonal/telelési terület eltolódás következhet be. Ez a jelenség jól kimutatható volt akkor, amikor 10 éves aszályos periódus sújtotta, s szinte teljesen kiszárította az Alföldet *(Faragó, 1996a)*. Abban az esetben, ha a korábbi kedvező környezeti állapot visszatér – vagyis a csapadék és táplálkozási viszonyok –, akkor a vízimadarak, elsősorban a vadludak azonnal pozitívan reagálják le azt. Ugyanakkor kétségtelen a „bizalmatlanság" is a fajok részéről. Ezzel magyarázható minden azonnali elutasítás azon területek vonatkozásában, amelyek instabil helyzetet mutatnak *(Faragó, 2004)*. *Abban az esetben tehát, ha a felmelegedés tartósan kedvezőtlen hidrológiai adottságokat eredményez, akkor megszűnhet a Pannon-régió kiemelten fontos vonulást vezető, illetve telelőterület szerepe a vízivad, különösen a vadludak számára.*

A rövidtávú migrációra képes fajok esetében tartós felmelegedés esetén – főként a szaporodási ciklus után – határozottan megindul a víz felé történő vándorlás.

• A *vaddisznóállomány* megjelenése a vizes területeken *növeli* a vízimadarakra nehezedő, nemkívánatos *predációs nyomást*.
• A vízforrásokhoz irányuló mozgás energiát igényel, amit fokozottabb táplálkozással lehet biztosítani. Kézenfekvő, hogy a víz menti kedvező termőhelyen telepített mezőgazdasági kultúrák *vadkárosítása növekszik*.
• A vadmozgás a közutakat fokozottabban érinti, ami a gépjárművekkel való ütközések gyakoriságát, *vadban és gépjárműben*

okozott növekvő kárt (Faragó – László, 2002a, 2002b, 2003, 2004), azaz effektív gazdasági hátrányokat eredményez.

A migrációra képtelen, kistestű, vagy éppen a szaporodási ciklus közepén tartó emlősfajok esetében a szárazság a laktáció idejének és a tejhozamnak a csökkenését eredményezi, következtében *jelentős mértékűvé válik a posztnatális mortalitás (Faragó – Náhlik, 2002)*. A szárnyasvad fajok esetében az alacsony légnedvesség az embrióhalandóságot, továbbá a növényi és állati eredetű táplálék és az ivóvíz hiánya révén a csibehalandóságot növeli. *Végső soron a szélsőségesen száraz területekről elvándorolnak a mezei vadfajok is (Faragó – Buday, 1998; Faragó, 1997, 2002)*.

A szárazodás kompenzálására megvalósuló *öntözési intenzitás-növekedés a szárnyasvadgazdálkodás szempontjából a veszélyeztetettség növekedését eredményezi*, így a legnagyobb értékű öntözővíz szükségletű élőhelyek lesznek a legkedvezőtlenebbek, a legalacsonyabb értékűek pedig a viszonylag kedvezőek *(Faragó, 1997)*. Lényeges eltérés a jelen állapothoz képest, hogy a szárnyasvadgazdálkodás szempontjából kiemelkedő fontosságú búza (általában a gabonafélék) is bekerülhet az öntözendő kategóriába.

Egyetlen megoldás lehet a szárazodás hatásainak mérséklésére: a mezei élőhelyek vázát jelentő (semmiféle mezőgazdasági technológiával nem érintett) ökoton rendszer kialakítása (Faragó, 1997), aminek megléte esetén az öntözött területek kedvező ivóvíz és ízeltlábú táplálékállat viszonyai még pozitív hatásként is szerepelhetnek.

A VÁRHATÓ KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA AZ ERDŐTERÜLETEKRE ÉS A VADGAZDÁLKODÁSRA

Az erdőterületek várható változásai

A klímaváltozás természetesen az erdőterületeket is érinti Magyarországon. A klímaváltozásokra adott egyedi, populáció, illetve faji szintű válaszok igen eltérőek lehetnek, különösen akkor, ha tudjuk, hogy praktikusan nincsen hazánkban őserdő – azaz erdőterületeink létesítése és fenntartása az erdőgazdálkodási tevékenység eredménye –, s erdeink, elsősorban az Alföldön, ún. határtermőhelyeken tenyésznek. Ennek következtében kismértékű felmelegedés is drasztikus következményekkel járhat. Ugyanakkor ismeretes, hogy a folyamatok gyors lefolyásának – a biológiai korlátok mellett – a gazdálkodási tevékenység is határt szab *(Mátyás, 1998)*.

Az élőlények – ökológiai valenciájuknak megfelelően – képesek a környezeti állapotváltozásokat tolerálni. Az alábbi kompenzáló mechanizmusok (alkalmazkodóképesség) léphetnek működésbe *(Mátyás, 1998)*:

(a) *egyedszintű válaszok*: fiziológiai (növényeknél részben morfológiai) adaptáció;

(b) *populáció szintű válaszok:* a populációt alkotó egyedek genetikai összetételének megváltozása a szelekció révén (lásd pl. szárazságtűrés kialakulása);

(c) *életközösség szintű válaszok:* a fajösszetétel (fajszám, dominancia, diverzitás stb.) megváltozása – alkalmazkodás, ami lehet progresszív vagy regresszív szukcesszió. Mivel a felmelegedési folyamat viszonylag gyors, évtizedes időskálán játszódik le, a graduális szukcesszió helyett egy erőteljes kiszáradás utáni abrupt degradáció következik be. Ez tulajdonképpen az éghajlatváltozás következtében kialakuló szekuláris szukcesszió felgyorsulását jelenti (évtizedek alatt játszódik le mindaz, amihez korábban esetleg évezredek kellettek).

A klímaváltozási forgatókönyvek erdőterületekre való alkalmazása során alapállapotként a *feltételezett természetes növénytakarót* adják meg. Magyarországon azonban még abban sem lehetünk teljesen biztosak, hogy a klímazonálisnak leírt erdőtársulások az erdőgazdálkodási tevékenység nélkül valóban kialakulnának, vagy fennmaradnának-e *(Mátyás, 1998)*. Érdekes és egyszer-

smind tanulságos volt az 1980-as és különösen az 1990-es években tapasztalt tölgy, illetve lucfenyő pusztulás, amely a szélsőségesen száraz periódusokban különösen a szuboptimális, illetve határ-termőhelyre telepített, elsősorban idősebb (kisebb adaptivitású) állományokat érintette. Ezek a folyamatok leképezik nekünk egy-egy faj gyors visszahúzódásának lehetséges jövőképét.

A klímaváltozás erdőtakaróra gyakorolt hatása napjainkban az erdészeti ökológia tudományának az egyik kulcskérdése. Különösen a zonális erdőtípusok esetében kézenfekvő ez a kérdés, hiszen ezeknél közvetlenül jelentkezik a klímafüggés.

Führer – Járó (1991, 1992) elemzéseikben megállapították, hogy amennyiben a klímaváltozás melegedő, csapadékban szegényedő, légnedvességében ugyancsak csökkenő lesz, abban az esetben a természetszerű erdőtársulások területaránya (mellette a technológia eredményessége, a fatermesztés naturális hozama és gazdaságossága) csökken. Eredményeként a bükkösök területe kb. 7–8%-kal csökken, a gyertyános tölgyesek területcsökkenése cca. 5%-os lesz, a kocsánytalan tölgyesek és cseres-tölgyesek területe viszont csak 2–3%-kal csökkenhet, míg az erdőssztyepp klímájú erdőterületek változása a szabad vízféleségek változásától függ. Nő a nem erdősíthető területek aránya, és a pionír fafajokkal történő erdősítések jelentős térfoglalására kell számítani.

Mátyás – Czimber (2000) már korábban megállapították, hogy az egyes klímazonális faállománycsoportok közötti különbségek csekélyek és távolságuk egymástól egyenetlen. Modellezésük során meghatározták az ország egyes területei erdőállományainak klímaváltozás érzékenységét.

Ugyanakkor *Berki et al. (2000)* elemezték a hazai erdőtípusok aktuális elterjedését és éghajlati viszonyait. Megállapították, hogy a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség-ellátottság erőteljesebben határozza meg, mint a hőmérséklet. Ez utóbbi szerepe olyan tájakon jelentős, ahol a csapadékmennyiség viszonylag kevés. Az Északi-középhegységben – a viszonylag csekélyebb csapadék hatására – a fokozottan nedvességigényes állományok a hűvösebb nyarú, magasabb térszínekre húzódnak föl, így hőmérsékleti differenciálódás is kialakul. A csapadékosabb Dunántúlon kicsi a szerepe a hőmérséklet differenciáló hatásának, másrészt pedig a szárazságot jobban tűrő állományok a nedvesebb vidékeken is megjelennek, így klímaviszonyaik kevésbé térnek el egymástól. Ez hívta fel a figyelmet arra, hogy *szükséges lenne meghatározni az állományok, sőt fafajok pontos klíma-optimumát és tolerancia tartományát*, hiszen ennek ismerete elengedhetetlen a várható klímaváltozás erdőborítottságot befolyásoló hatásának előrejelzésére.

Mindezek tükrében, a különböző klímaváltozási forgatókönyvek alapján *Mátyás – Czimber (2004)* megkísérelték felvázolni a magyar erdőtakaró sorsát. Három forgatókönyvet alkalmaztak:

1. 1 °C nyári félévi hőmérsékletemelkedés, 40 mm éves csapadékcsökkenés;
2. 1,3 °C nyári félévi hőmérsékletemelkedés, 66 mm éves csapadékcsökkenés;
3. 1,5 °C nyári félévi hőmérsékletemelkedés, változatlan éves csapadékmennyiség.

Megállapításaik a következők voltak.

- Már az erdőtakaró drasztikus visszaszorulását mutatja a 2. forgatókönyv (+1,3 °C, – 66 mm csapadék).
- Az 1. és a 2. forgatókönyv jól mutatja, hogy a csapadék csökkenése a Dunántúl addig kedvező klímájú területeit igen érzékenyen érinti. A 2. forgatókönyv szerint az erdőssztyepp Szombathely-Körmend vonaláig hatolna előre, s „beolvasztaná" az egész Vértest. A Dél-Dunántúlon elsztyeppesedne az egész külső Somogy, Kaposvár – Szigetvár vonaláig. Az Északi-középhegységben a változások mértéke kisebb, kivételt képez a Cserehát vidéke, egészen a Tornai-karsztig.
- A 3. forgatókönyv azt igazolja, hogy kielégítő (azaz változatlan) csapadékellátás

esetén a zárt erdőöv visszaszorulása kismértékű, és az is lassúbb folyamat lesz.

• Az 1. forgatókönyv szerint a bükk előfordulási valószínűsége maximálisan a Délnyugat-Dunántúlra koncentrálódik. Már ennél a legenyhébb klímaváltozásnál is a Zselic és a Mecsek bükkösei gyertyános tölgyeseknek adnák át a helyüket. Az Északi-középhegységben a bükkös öv csak a hegységek legmagasabb régióiban marad meg. Ezt megerősíti a cseres-tölgyesekkel való összevetés is.

• A modellek rámutatnak arra, hogy a zonális erdőtakaró veszélyeztetettsége regionális különbözőségeket mutat. Különösen veszélyben vannak a Dél-Dunántúl bükkös és gyertyános-tölgyes társulásai.

• A klímaváltozással az 1980-as, 1990-es években tapasztalt tömeges mortalitás ismételt fellépése várható.

A kérdés az, hogy erdőgazdálkodási módszerekkel milyen mértékben lehet e hatásokat csökkenteni, minimalizálni. Ennek módjai az alábbiak lehetnek *(Mátyás, 1998)*:

• Kézenfekvő megoldásnak tűnne *a természetes (potenciális) állapothoz való visszatérés*, vagy egy ahhoz közeli állapot keresése, bár ez illuzórikus megoldásnak tűnik, hisz a több ezer éves emberi hatás megnehezíti a potenciális vegetáció meghatározását. (Különösen nagy a bizonytalanság a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek övének vonatkozásában.)

• *Az őshonos fafajok preferálását* arra alapozzák, hogy feltételezhetően azok alkalmazkodtak leginkább a termőhelyi viszonyokhoz, de az őshonos tölgyek pusztulása némi kételyt támaszt ez irányban.

• Az erdőművelésben központi szerepet kell, hogy kapjon *a faállományok tartós stabilitásának megőrzése*, amit csak aktív és erősödő beavatkozással lehet megvalósítani.

• *Az idegenhonos fafajok* alkalmazásának megítélésekor nem lehet kizárólagos szempont, hogy az egykori természetes erdőtakarónak nem voltak alkotóelemei. Ha alkalmazkodóképessége zárt erdőtakaró kialakítását lehetővé teszi, vagy segít abban, akkor alkalmazását komolyan meg kell fontolni, ugyanis *a klímaváltozással majdan leginkább érintett síkvidéki területeken nincsen őshonos délkelet európai alternatívája a jelenlegi természetes erdőalkotó fafajoknak.*

• A kérdés tehát egyszerű: *puszta, vagy erdő* idegenhonos, alkalmazkodóképes fafajokkal. Az erdőmegtartó, zárt erdőállományt stabilizáló hatások elfogadása, értékelése, még akkor is, ha az ökológiai szemléletet előtérbe helyezzük.

• Nem tekinthetünk el mindezek ökonómiai vonatkozásaitól sem! Az erdőgazdálkodás alacsony jövedelmezőségű ágazat. A természetszerű gazdálkodás minden többletköltsége és alacsonyabb hozama deficitet eredményez, amit elvileg elismerhet és finanszírozhat a társadalom (nemzetgazdaság), de erre igen rosszak a kilátások, így a fenntartható gazdálkodás is veszélybe kerülhet.

Vadgazdálkodási aspektusok

Az előre jelzett erdőssztyepp előfordulási valószínűségek a zonális erdőterületek jelentős mértékű visszaszorulását eredményezhetik minden forgatókönyv realizálódása esetén. Legnagyobb ilyen hatás a 2. forgatókönyv fellépése során következne be. Ez, mint tudjuk, a bükkösök és a gyertyános-tölgyesek jelentős mérvű területcsökkenését eredményezné. Ezek összterülete ma Magyarországon 258,4 ezer ha, erdeink 15,3%-a (1. táblázat).

Ismert, hogy a nem zonális társulások több mint 50%-át jelentik erdőterületeinknek, s a klímazóna eltolódásból (bükkös helyén gyertyános-tölgyes, gyertyános-tölgyes helyén kocsánytalan tölgyes vagy cseres-tölgyes, illetve cseres stb.) származó esetleges területveszteségek (Alföld-vonal eltolódás) a telepített erdőkkel kompenzálhatók, *vadgazdálkodási szempontból területveszteséggel, mennyiségi romlással nem számolhatunk.*

Sőt, mivel a bükkösök és gyertyános-tölgyesek, illetve a helyükön telepített lucosok és egyéb fenyvesek gyenge táplálékkínálatot (biomasszát) adó faállomány típusok a nagyvad szemszögéből, ha helyüket a nagyobb cserjeszint borítású, azaz magasabb produktivitású, *gazdagabb táplálékbázisú kocsánytalan tölgyesek, cseresek, vagy egyéb kemény lombosok foglalják el, akkor nő a területek vadeltartó képessége, egyúttal károkra kevésbé érzékeny állományok jelennek meg.*

Mivel – mint láttuk – az erdőállapotváltozások nem azonos mértékben érintik az Északi-középhegységet és a Dunántúlt, ezért a fenti megfontolásból *a dunántúli erdők nagyvad eltartó-képességének növekedése prognosztizálható.*

Nem tekinthetünk el ugyanakkor attól, hogy a bükkösök és gyertyános-tölgyesek területcsökkenése, vagy eltűnése – egyéb valós és eszmei veszteségek mellett – a biológiai sokféleség csökkenését is eredményezi, a fajszegényedést, amely kétséget kizáróan *e területek táplálékkínálatának minőségi romlását jelentheti.* Pedig a növényvilág sokfélesége a DNy-Dunántúlra jellemző, s nagyvad, jelesen *gímszarvas állományának kiemelkedő agancsprodukcióját, ezáltal trófeaminőségét részben erre a tényre vezethetik vissza (Bencze, 1968).*

Ugyanez mondható el *a Tolnai-dombvidék dámállományának* vonatkozásában is, amely területet pedig a sztyeppesedés hatása, azaz a zonális erdők eltűnése fenyeget. Az itteni dámállomány minősége – a genetikai alapok mellett – a területek gazdag vegetációjára vezethető vissza.

Vaddisznó esetében a bükk visszaszorulásával annak makktermés-kiesése tényleges veszteséget jelent, viszont a kocsánytalan tölgyesek és cseresek térfoglalása, nagyobb és olykor biztosabb makkprodukciója pedig legalábbis táplálékkompenzációt, esetleg növekedést is eredményezhet.

Feltétlenül szólnunk kell *az idegenhonos fafajok* alkalmazásának hatásairól is, hiszen azok elsősorban *az erdősztyepp jellegű – vagy azzá váló – régiókban kerülnek felhasználásra.* Ezen faállománytípusoknak nem rosszak a kondíciói a nagyvadgazdálkodás szempontjából. Némely korosztályban (2. táblázat) – az akácosoknak 51–60 év között, az erdei fenyveseknek 61–70 év között, a fekete fenyveseknek 41–80 év között, a nemes nyárasoknak 31–60 év között, a hazai nyárasoknak 31–60 év között – *kiemelkedően magas az eltartó-képességük (Kőhalmy, 1991)*, amit korábban telepített állományaiknak elfoglalása, a nagyvadfajok elterjedési területének növekedése is visszajelzett *(Csányi, 1999; Tóth – Szemethy, 2000).*

Itt most csak utalunk az előttünk álló – s mintegy 700 000 ha terület beerdősítését célzó – nemzeti erdősítési programra, amelynek számtalan kedvező hatása lesz, s amely a nem prognosztizálható – s így most sem említett – vadállománybéli veszteségeket mindenképpen kompenzálni fogja.

Összességében elmondható, hogy a felmelegedés következtében fellépő erdőállomány változások hatása várhatóan nem befolyásolja az erdőhöz kötődő nagyvadállomány mennyiségét, legfeljebb szolid mértékben trófeaminőségét. Az előre nem jelezhető hatásokat pedig mindenképpen sokszorosan semlegesít a közben megvalósuló nemzeti erdőtelepítési program.

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A GYEPTERÜLETEK VADGAZDÁLKODÁSÁRA

Az előzőekben leírtakhoz társulhatnak még a globális felmelegedésből fakadó kedvezőtlen hatások: a szárazság, a vízhiány, a talajvízszint csökkenése, a gyepek növényzetének megváltozása, esetleg kigyérülése *(Szabó et al., 2003).*

Az extenzív gyepek esetében – amelyek kiterjedése várhatólag nőni fog – a produkció jelentős mértékű csökkenésével kell számolni, ami egyértelművé teszi, hogy ezen gyepeket legfeljebb extenzív állattartással

lehet hasznosítani. Mindez előtérbe helyezi a gyep minőségére nem, vagy alig érzékeny őshonos magyar állatfajták – szürke marha, racka – ismételt tenyésztésbe vonását. Ez a lehetőség megegyezik a természetvédelem célkitűzéseivel, s mint környezetkímélő, fenntartható hasznosítási mód a vadgazdálkodás szempontjából is maradéktalanul támogatható *(Faragó, 1997)*.

Az intenzív gyepek fenntartása lehet a másik alternatíva, amelyek esetén a fokozódó szárazodásból eredő hozamkiesést felülvetéssel és öntözéssel kívánják majd fenntartani. Ez a jelenség a gyepek természetességének elvesztését jelenti, s a gyepek mai átlagos öntözővíz igényének (204 mm/tenyészidőszak) 30%-os növekedése valószínűsíthető (+60 mm, azaz 264 mm várható). Ugyanannyi (+1 °C) hőmérsékletemelkedés és 15–17%-os (80–100 mm-es) csapadékcsökkenés esetén már 50%-kal nőne a gyepek öntözővíz szükségletének országos átlaga (305 mm). A legkedvezőtlenebb forgatókönyv esetén (+3 °C) az Alföldön még ennél is szélsőségesebben alakulhatnak a körülmények. Változatlan csapadékmennyiség esetén 326 mm (+69 mm), 50 mm-nyi csapadékcsökkenés esetén 367 mm (+110 mm), 100 mm-es csapadékcsökkenés esetén pedig 413 mm (+156 mm) lenne az öntözővíz igény *(Antal, 2003)*. *A szárnyasvadgazdálkodás szempontjából a gyepek öntözési intenzitás növekedését a veszélyeztetettség növekedéseként kell értékelni (Faragó, 1997), ennek megfelelően a legnagyobb értékű öntözővíz szükségletű intenzív gyepek lesznek a legkedvezőtlenebbek, a legalacsonyabb értékűek pedig a viszonylag kedvezőek.*

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A SZÁNTÓTERÜLETEKRE ÉS A VADGAZDÁLKODÁSRA

Elképzelések szerint a jelenlegi szántó művelési ágú területek csökkenése várható. Ez a rosszabb termőképességű – olykor az ökonómiai küszöb alatti – szántóterületeket érinti mindenekelőtt. *A szántóterületek csökkenése a mezei vadállomány – és a koegzisztens védett fajok – számára a mezőgazdasági rizikótényezők csökkenését jelenti.* Valószínűsíthető, hogy a kivett területekből a terv szerint 600 000–700 000 ha-on erdőt telepítenek, így a kivont szántóterületnek csaknem a fele elvész az apróvad-gazdálkodás számára – tovább gyengíti annak jelenlegi helyzetét –, viszont kétségtelenül ez nyereség lesz a nagyvadgazdálkodásnak.

A megmaradt jó minőségű szántókon feltételezhetően a jelenleginél hatékonyabb növénytermelést folytatnak. Ennek korlátokat szabhat a felmelegedés, amely különösen az éves csapadékösszeg tartós csökkenésében jelentkezik.

A csapadékösszeg csökkenésre többféle választ találhat a növénytermelés:

- *A szárazságtűrő fajták* fokozottabb elterjesztése – ebben az esetben nem feltétlenül következik be a regionális vetésszerkezet átrendeződése, azaz a vadállomány számára *nem következik be drasztikus élőhely-szerkezet változás.*
- Emellett bizonyos növényfajok/fajták esetében az *öntözéses termesztés* hangsúlyosabb lesz – ebben az esetben sem feltétlenül következik be a regionális vetésszerkezet átrendeződése, azaz a vadállomány számára nem következik be drasztikus élőhely-szerkezet változás, ugyanakkor az öntözött területek arányában *csökken a területek eltartó képessége*, mivel a tartósan öntözött területek a leggyengébb (1-es) bonitási osztályba sorolhatók *(Faragó, 1993)*.
- Kritikus esetben az öntözés sem tudja pótolni a csapadékhiányt, vagy ökonómiai szempontból nincsen értelme fenntartani a termelt növény szortimentet, ebben az esetben a *vetésszerkezet megváltozik, vagy területeket vonnak ki* a szántó művelési ágból, s gyepesítenek, erdősítenek. Ez utóbbi esetben a technológiai nyomás elmaradását, a gyepesítést az apróvad, az erdősítést a nagyvad (erdősávok, mozaikos erdőfoltok esetében az apróvad) számára *értékelhetjük kedvező eredményként.*

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A VIZES TERÜLETEKRE ÉS A VADGAZDÁLKODÁSRA

A klímaváltozási forgatókönyvek nagyobbik része a felmelegedés mellett a csapadék jelentős mértékű csökkenését is magával hozza. A csapadék-csökkenés és a párolgás növekedése a vizes élőhelyek nedvességdeficitjét fogják növelni, ami gyakorlatilag minden magyarországi vizes élőhelyre *(Faragó, 1985)* negatív hatással lesz.

A 3. Folyóvölgyek típuscsoporton belül a folyók és árterületek (3.1. típus) azok, amelyeket azonnal és közvetlenül érint a csapadékhiány. A hegyi folyók és patakok (3.1.2. és 3.1.3. természetes egységek) vízhozamának csökkenése meghatározza a nagyobb folyók vízhozamát, illetve a befogadó tavak vízmélységét (előbbire a Duna, Tisza vagy a Rába vízhozam-csökkenése, utóbbira a Balaton, vagy a Fertő-tó vízmélység csökkenése a közelmúlt szemléletes példája). A nagyobb folyók alföldi térszínein (3.1.1. természetes egység) a vízszintcsökkenés a diverz szelvénymorfológia szárazra kerülését eredményezi, amit egyértelműen az élőhely diverzitás növekedéseként kell értékelnünk. A vízimadár közösségek fajszáma, egyedszáma, diverzitása és a vízmélység erős fordított korrelációt mutat *(Faragó, 1996b)*, ezért említett folyamatot a természetvédelem és a vadgazdálkodás szempontjában pozitívan értékelhetjük.

A típuscsoporton belüli két mesterséges típus – a 3.2. Völgyzáró gátak és 3.3. Folyó középső és alsó szakaszán létesített víztározók – létesítésük és fenntartásuk jellegéből adódóan csak kisebb mértékben vannak kitéve a szárazodási folyamatoknak, azaz addig a mértékig, amennyire a felduzzasztott folyó vízhozamát befolyásolni képes a csapadékhiány. A télvégi-tavaszi feltöltés és a nyári vízpótlás kedvező feltételeket teremthet a fészkelő vízimadár közösségek számára, biztosíthatja a fészkelő fajoknak a szaporulat biztos felnevelését, ezért vízivad-védelmi szempontból növekszik a jelentőségük.

Meg kell emlékeznünk a 3.4. Szükségtározókról is, hiszen korábban láthattuk, hogy a csapadékjárás labilitása és az árvízveszély növekedése együtt jár a felmelegedés jelenségével. A többletvizek megnyugtató elhelyezésére, az árvizek szabályozására kialakított szükségtározók a vízivad számára legalábbis táplálkozó terület növekedést jelentenek, tartós vízborításnál pedig akár fészkelőhely kialakulását is lehetővé teszik.

A 4. Vízimadarak egyéb területei típuscsoportba természetes és mesterséges vizes élőhelyek egyaránt sorolhatók. Az ide sorolható élőhely-típusok mindegyike nagymértékben, közvetlenül vagy közvetve függ a csapadékvíztől, így várhatóan ez a típuscsoport fogja a legérzékenyebb veszteségeket szenvedni a felmelegedés következményeként.

A *4.1. Tavak* típusában talán csak a mély oligotróf édesvizű tavak (4.1.3.2.) veszélyeztetettsége nem azonnali és számottevő, de mind a 4.1.1. Sós vizű tavak, mind a 4.1.2. Eutróf édesvizű tavak, mind a 4.1.4. Disztróf édesvizű tavak kiszáradással fenyegetettek.

A *4.2. Mocsárterületek* típusban a csapadékhiány és a talajvízszint csökkenés erőteljes szárazodást okoz, mindez ex lege védett mocsaraink és lápjaink degradációjához, kiszáradásához vezethet.

A leginkább fenyegetett típus – lásd 3.1. fejezet – a 4.3. Asztatikus vizek típus, hiszen mindezek alkalmi (efemer), vagy időszakos (temporárius) módon, csapadéktól (hóolvadás, esőzés) függően jelennek meg. A csapadékmennyiség csökkenése vagy ritkulása, esetleg nem optimális időben való lehullása mindenképpen károkat okozhat. Egyedüli pozitív változat az őszi csapadéktöbblet lenne, amely az őszi vízimadár vonulást segítené elő.

A *4.4. Mesterséges vizek* típusba sorolt vizes élőhelyek valamilyen céllal, vagy valamilyen emberi tevékenység következményeként jöttek létre, így fenntartásuk, illetve fennmaradásuk is ennek a feltétele. A 4.4.1. Mesterséges tavak halastó, derítőtó, turisztikai célú tó, víznyerő tó, ipari víztáro-

ló tó funkciói fennmaradnak a jövőben is, tehát biztos élőhelyeknek tekinthetők. A 4.4.2. Öntöző berendezések egysége a hiányzó víz pótlására valószínűleg új reneszánszát fogja élni. Ugyanez mondható majd el a 4.4.4 Csatornák és a 4.4.5. Tározómedencék folyóvölgyeken kívül egységekről. Végül a mély, vagy nagyon mély vizű 4.4.3. Felszíni bányászat során létrejött vizes területek legfeljebb vízszintcsökkenéssel fognak reagálni a csapadékhiányra és a talajvízszint csökkenésre.

A WETLANDS INTERNATIONAL vizes élőhelytípus kategóriái közül a veszélyeztetett vizes élőhelyek az alábbiak lesznek (dőlt betűvel szedve):

Természetes és természetszerű vizes élőhelyek

A–L – tengerekhez kötődő élőhelyek (nem ismertetjük)

M – állandó folyamok, folyók, vízfolyások, patakok

N – időszakos folyamok, folyók, vízfolyások, patakok

O – állandó édesvizű tavak

P – időszakos édesvizű tavak

Q – állandó sós vizű tavak, mocsarak

*R – időszakosan sós vizű tavak, mocsarak**

S – állandó édesvizű mocsarak, kis tavak

*T – időszakos édesvízi mocsarak, kis tavak**

U – tőzeges területek (tőzeglápok, mocsarak, fenek)

V – (tundra / alpesi vizes területek)

W – dominánsan cserjés vizes területek

X – dominánsan fás vizes területek (ide értve a mocsárerdőket is) *

Y – édesvízi forrás (ide értve az oázisokat is)

Z – (geotermikus vizes területek)

* e kategóriákhoz sorolhatók az időszakosan elöntött ártéri gyepek és erdők

Mesterséges vizes élőhelyek

1 – halastavak

2 – farm tavak, kis víztározók

3 – öntözött területek (beleértve a rizsföldeket is)

4 – időszakosan elöntött mezőgazdasági területek

5 – sós talajmélyedések, sós tó, sólepárló medencék

6 – víztározók, völgyzáró gátak, duzzasztógátak tavai

7 – bányatavak (kavics, homok, agyag)

8 – szennyvíztisztító telepek, ülepítő tavak

9 – csatornák

Mindezek alapján összefoglalóan elmondható, hogy *várhatóan szűkül a vízivad fajok élettere, különösen a fészkelőhelyek.* Az átvonuló és telelő fajok esetében nem feltétlenül a területi csökkenés jelenti a veszélyt, hanem a vízhatások erősen labilis, ezáltal követhetetlen jellege. A bizonytalanság pedig a vonuló és telelőterület váltására ösztönözheti az eddigi Pannon-régiót választó vonulókat/telelőket.

A fészkelőhelyek csökkenése maga után vonja a fészkelő állományok visszaszorulását is. A jelenlegi állapotok alapján – feltételezve, hogy ma is elsősorban élőhelyileg determinált a fészkelő populációk mérete – a legtöbb faj esetében állománycsökkenésnek nézünk elébe, amelynek becsült értékét a 3. táblázat mutatja.

Természetvédelmi szempontból különösen fájó a cigányréce, illetve a bőjti réce fészkelő populációja csökkenésének lehetősége, vadgazdálkodási szempontból pedig a generalista, ezért leggyakoribb tőkés réce és szárcsa, valamint a napjainkban még gyakori barátréce lehetséges visszaszorulása. Mindezek kivédésére egyetlen mód kínálkozik, a vizes élőhelyek kiterjedt rekonstrukciója, a természetvédelmi-vadvédelmi célú vízgazdálkodás preferálása.

A KLÍMAVÁLTOZÁS KEDVEZŐTLEN HATÁSAIT KIKÜSZÖBÖLŐ GAZDÁLKODÁSI GYAKORLAT

Azt talán nem kell részletesen indokolnunk, hogy a klímaváltozással kapcsolatos környezetállapot változás kompenzálására

csak ökológiai válasz adható, azaz a kedvezőtlenül alakuló viszonyokat környezetgazdálkodási beavatkozásokkal kísérelhetjük meg kompenzálni. A választandó módszerek esetében abban a vonatkozásban kedvező a helyzetünk, hogy a környezetállapot javítás amúgy is elodázhatatlan feladatunk a harmadik évezred elején, amelyre mind az agrár-, mind a környezetvédelmi tárca programokat dolgozott ki. Ilyen válaszok az erdőtelepítési program, a természetvédelem élőhely-rehabilitációs programjai, az NFT AVOP és az NVT. E programok alapcéljai – a nagy közös célkitűzés mellett – persze különböző okokból és oldalról motiváltak, de megvalósításuk során már figyelembe vehetők a felmelegedés okozta problémákra adható válaszok, illetve a kialakuló új viszonyok kompenzálhatják a veszteségek bizonyos típusait. *Nem szeretnénk természetesen ezzel azt sugallni, hogy a klímaváltozás hatásait kiküszöbölhetjük, de abban hiszünk, hogy bizonyos mértékig semlegesíthetjük.*

A másik fontos megállapításunk pedig az, hogy a legrosszabb forgatókönyvek megvalósulása esetén is lesz élet e hazában, s a felmelegedést gyorsító okok kiküszöbölésére irányuló törekvéseink mellett alapvető feladatunk, hogy megtaláljuk ennek az életnek a jobb minőségét azáltal, hogy pozitív életszemlélettel, jobbító szándékkal avatkozunk közbe.

Erdőtelepítési program

Az erdőtelepítés meghatározó az agrár- és vidékfejlesztésben, mivel a mezőgazdasági művelésből kikerülő földterület hasznosításának ökológiai és ökonómiai szempontból egyik legcélravezetőbb módja e területek erdősítése. Ezt a folyamatot az EU is ösztönzi. Az erdőtelepítési program általános gazdasági céljai mellett megfogalmazta az emberi környezet védelmét – a táj, az élővilág védelmét, a környezeti állapot javítását is *(Barátossy – Verbay, 2001)*.

A hosszú távú országos erdőtelepítési koncepció az erdőtelepítésre figyelembe vehető területeket kétféle módszerrel, mezőgazdasági földminősítés szerint és a talajminőség alapján végzett számítással határozta meg. Ennek eredményeként Közép-Magyarországon 52 000 ha, Közép-Dunántúlon 51 300 ha, *Nyugat-Dunántúlon 91 700 ha,* Dél-Dunántúlon 91 900 ha, Észak-Magyarországon 112 900 ha, Észak-Alföldön 225 100 ha, Dél-Alföldön 153 400 ha, összesen 778 300 ha az erdőtelepítésre figyelembe vehető területek nagysága. Az összes területből 683 900 ha szántóból, 56 100 ha legelőből és 38 300 ha rétből kerülne át erdő művelési ágba *(Barátossy – Verbay, 2001)*.

Az erdősítendő terület súlypontja az Alföldre és Észak-Magyarországra esne. Kiemelt programokat kell tervezni az extrém termőhelyekre és a vidékfejlesztés, környezetvédelem, turizmus szempontjából fontos térségekre (belvizes területekre, elmaradott térségekre stb.). A program végrehajtásakor létrehozott erdei életközösségek növelni fogják az érintett térségek biodiverzitását, ökológiai stabilitását, értékét. Ezek mellett sem feledkezhetünk meg arról, hogy bizonyos területeken – főként a gyepek vonatkozásában – felelősséggel és gonddal kell eljárni, hogy védett növény vagy állatfajaink ne essenek a mégoly fontos célok áldozatául *(Kárpáti, 2001)*.

A felvázolt tervek jól mutatják a nagyvad számára alkalmas erdei élettér növekedését. Érvényes ez akkor is, ha a felmelegedés következtében a célállományok körének bizonyos fokú átalakulására is számíthatunk. Várhatóan minden km² erdőterület növekedés körülbelül eggyel több gímszarvast jelent majd. A megtelepedésnek van azonban egy peremfeltétele, a 13–15%-os erdősültség mint élőhelyi küszöb, így az erdőtelepítési programok során egyes alföldi megyékben ezen erdőterület arány esetleges elérése a gímszarvas állomány jelentős növekedését vonja majd maga után. Már a tervezés és megvalósítás időszakában mindezt figyelembe kell venni, hogy erdőgazdálkodási módszerekkel – elegyesség, cserjeszint ki-

alakítása – növelni lehessen az eltartóképességet és az erdő „vadtűrő" képességét, azaz a károk megelőzhetők legyenek.

Élőhely-védelmi és rehabilitációs programok

Az élőhelyvédelmi és rehabilitációs programok egyként érintik a mezei és vízi élőhelyeket. A programoknak azonban mindig a leghatékonyabb megoldásokra kell törekedni, azaz az élőhelyek ökológiai alapú megváltozását kell, hogy eredményezzék, hiszen csak ebben az esetben működhetnek fenntartható módon.

Mezei élőhelyvédelmi programok

A határvegetációk jelentőségét már többször hangsúlyoztuk. Ezeknek az ökotonoknak a hossza a vadeltartó képesség egyik meghatározó paramétere, így megőrzésük, fenntartásuk az apróvad-gazdálkodás, azon belül az élőhely-gazdálkodás alapvető érdeke. Napjaink mezőgazdasági gyakorlata mellett természetes úton létrejövő ökotonok sűrűsége – változatos értékeket mutat Magyarországon – erősen behatárolja az apróvad sűrűséget.

A mezei térszerkezet kialakításakor a vadgazda célja egyenletesen elosztott, minél hosszabb szegély és sok pontszerű élőhelytípus, vadmenedék létrehozása, miközben fenn kell tartania a földterület másik fontos gyakorlati célját, a mezőgazdálkodást.

Ha a szegélyek sűrűségét növelni tudják, akkor az az apróvadállomány sűrűség növekedését vonja maga után. Ehhez tehát két dolog szükséges:

- A meglévő határvegetációkat kímélni kell.
- Új állományszegélyeket kell kialakítani, létrehozni.

A határvegetációk kímélete során tulajdonképpen azt kell biztosítani, hogy a már meglévő, természetes vagy mesterséges úton létrejött ökotonokat a mezőgazdaság hagyományos gyakorlata ne számolja fel. Ennek során biztosítanunk kell az

- útszélek, vasútpartok, árokpartok, gátoldalak védelmét;
- nem szilárd burkolatú utak védelmét;
- nád- és sásfoltok, szegélyek védelmét;
- gyomsávok, gyomfoltok, ruderáliák megőrzését;
- fás vegetáció fenntartását.

A határvegetációk létrehozásával pedig addig nem létező, egy-, vagy többéves élőhely-fejlesztés végezhető elsősorban mezőgazdasági, de ha erre a lehetőségek adottak, erdészeti módszerekkel. E munkák során biztosítható a

- táblaszegélyek kaszálásának, aratásának elhagyása;
- vegyszermentes táblaszegély kialakítása;
- tárcsázott (növénymentes) porfürdőző sávok kialakítása;
- vadvédelmi táblaszegélyek kialakítása;
- mezei vadföldek létrehozása;
- vadbúvók létesítése termesztett növényekből és gyógynövényekből;
- csenderesek, cserjesorok, erdősávok, erdőfoltok kialakítása, kezelése.

E munka nagyságrendje és eredményessége – a feltétlen szándékon kívül – mindig az adott terület természeti adottságaitól, a birtokviszonyoktól és birtoknagyságtól, az együttműködő felek szándékától és a rendelkezésre álló pénzforrások nagyságától függ. Természetes élőhelyek (pl. kiterjedt ősgyepek) esetében a szerkezetjavító munkának – mindenkor elsőbbséget élvező – természetvédelmi korlátjai is lehetnek. Ilyen esetben különösen fontos a területkezelővel való egyeztetés.

Új lehetőségeket kínál Magyarország számára az EU mezőgazdasági gyakorlatában *1987-ben bevezetetett területpihentetés*, az ún.

set-aside (vagy németül Flächenstillegung), művelése szerint *a tervezett ugar* rendszer, amely a szántóföldi növények túltermelésének csökkentésére irányul. Ezt az ösztönzést egybekötik a mezei élőhelyek javításával, illetőleg általános környezetvédelmi koncepcióval (kemikália használat csökkenésével, megszűnésével). *Mértékére és a benne rejlő élőhely-fejlesztési lehetőségekre jellemző, hogy a 2000/2001-es gazdasági évben az EU-ban ez a módszer 5,23 millió ha-t érintett, ami a szántók 11%-át jelentette, létesítésére, pihentetési támogatásként pedig mintegy 3,7 milliárd eurót, azaz csaknem 900 milliárd forintot fizettek ki.* Ebben a skandináv országok és Spanyolország jártak az élen.

A pihentetett, tervezett ugar, ha bármilyen formában is megmarad az EU támogatási rendszerében, arra a vadgazdálkodók szakmai és érdekképviseleti szerveinek, valamint főhatóságuknak időben fel kell készülniük.

Vízi élőhelyvédelmi programok

Élőhely rekonstrukción olyan természetvédelmi jelentőségű élőhely átalakítást értenek, amely egy korábbi, a jelenleginél kedvezőbb ökológiai állapot visszaállítását tűzi ki célul. Élőhely rekonstrukciókat elsősorban a természetvédelem kezdeményezett eddig Magyarországon, mivel ennek ökológiai és ökonómiai feltételeit (nagy terület, saját földtulajdon, fenntartás) csak az állam tudta magára vállalni, biztosítani.

A vízi élőhelyek kialakítása során először azokkal a módszerekkel ismerkedjünk meg, amelyek már egy meglévő, de a vízivadgazdálkodás szempontjából kedvezőtlen élőhely átalakítását, optimalizálását eredményezik. Erre Magyarországon különösen nagy szükség van, mert az elmúlt 200 esztendőben gyakorlatilag minden vízfolyást gátak közé szorított a mérnöki elme, és szinte minden tavat hasznosított az emberi gazdálkodás vágya.

Az élőhely átalakítási munkák köre az alábbi lehet

- Folyók medrének, partjainak átalakítása
- Tavak, halastavak átalakítása
- Bányatavak átalakítása

Amíg állóvizek esetében különösebb árvízvédelmi kötöttségeink nincsenek, addig a folyók esetében – még kis patakoknál is – az alkalmi magas vízhozam esetleges károkozásával feltétlenül számolni kell.

Magyarország egyes tájain viszonylag kevés vizes élőhely van. Ennek oka részben a domborzatban, a táji hidrológiai- és csapadékviszonyokban van, részben a nagy tájátalakításoknak, vízelvezetéseknek köszönhető. Sem a vadgazda, sem a természetvédő nem szívesen nyugszik ebbe bele, hiszen a vizes területek jelenléte növeli a biológiai sokféleséget, vadászati szempontból pedig emelheti a vadászható fajok számát és a hasznosítható mennyiséget. Éppen ezért mind a két ágazat törekszik arra, hogy a helyi kezdeményezéseket felkarolva mesterséges *vizes élőhelyek kialakítását* támogassa.

- Mesterséges szikes tavak létesítése.
- Mesterséges édesvizű tavak létesítése.

A vizes élőhelyvédelmi programok egyértelműen és különösen magas hatékonysággal képesek kompenzálni a felmelegedés okozta szárazodás és elvíztelenedés negatív következményeit, sőt hatásaik mezoklimatikus szinten is jótékonyan jelentkeznek.

Az Érzékeny Természeti Területek

Az Érzékeny Természeti Területek (ÉTT) rendszerét az Európai Közösségben dolgozták ki, jogi szabályozását pedig az Európai Közösség Tanácsa 796/85 számú, a mezőgazdaság szerkezeti hatékonyságának javítására hozott szabályozás 19. cikkelye tartalmazza első ízben. Ennek értelmében az ÉTT rendszer célja biztosítani a természetes élőhelyek védelmével összhangban álló – a gazdálkodók bevételeinek megőrzését biztosító – mezőgazdasági gyakorlat bevezeté-

sét, vagy fenntartását. ÉTT-k alatt főként olyan területeket kell érteni, amelyek ökológiai, vagy tájképi szempontból fontosak. Azokat a gazdálkodókat pedig, akik vállalják az ÉTT előírások betartását, kompenzálni kell. Ennek célja, hogy ne váljék intenzívebbé a területhasználat, illetve az állattenyésztés vagy növénytermesztés színvonala, s az összhangban legyen a kérdéses terület környezeti igényeivel. A 2328/91 EC szabályzat 21. cikkelye további kritériumokat fogalmazott meg az ÉTT területek kialakításával kapcsolatban. Az ÉTT-k az alábbiak elősegítését célozzák:

- olyan mezőgazdasági módszerek alkalmazását, amelyek csökkentik a környezetszennyezést, s a termelés csökkentésén keresztül jobb piaci egyensúlyt alakítanak ki;
- extenzív növénytermesztés és állattenyésztés kialakítását, szántóknak extenzív gyepekké való átalakítását;
- a környezet, a vidék, a táj, a természeti erőforrások, a talaj és a genetikai sokféleség megőrzésével és javításával összhangban álló mezőgazdasági földhasználatot;
- elhagyott mezőgazdasági- és erdőterületek fenntartását ott, ahol ez környezetvédelmi, vagy természeti katasztrófák és a tűzveszély elhárítása miatt szükséges, és e veszélyek összefüggésben vannak a mezőgazdasági területek elnéptelenedésével;
- mezőgazdasági területek környezetvédelmi megfontolásokból való felhagyását;
- földeknek közösségi és pihenési célú kezelését;
- a farmerek továbbképzését az új szemléletű gazdálkodási formák bevezetésére.

Ugyanezen szabályzat azt is meghatározza, hogy azok a gazdálkodók részesíthetők támogatásban, akik vállalják, hogy

- lényegesen csökkentik, vagy megtartják – a korábban bevezetett – alacsony műtrágya és növényvédőszer felhasználást, illetve folytatják az organikus gazdálkodást,
- más extenzív módon gazdálkodnak, vagy fenntartják ilyen jellegű gazdálkodásukat, szántóikat extenzív gyepekké alakítják,
- csökkentik az állatállomány sűrűségét,
- a környezeti és természeti erőforrások védelmével, valamint a tájjelleggel és a tájképi értékek fenntartásával kapcsolatos gyakorlatot folytatnak, veszélyeztetett helyi állatfajtákat tenyésztenek,
- legalább húsz évre felhagynak a műveléssel rezervátumok, természetvédelmi területek létesítése, vagy hidrológiai rendszerek védelme érdekében,
- kezelik a közösségi, vagy kikapcsolódási célokat szolgáló területeket.

A gazdálkodási korlátozásokat mindig az adott terület védelmi célkitűzéseinek megfelelően kell kiválasztani, és a konkrét zonációs programra vonatkozó jogszabályban kell megfogalmazni. E programoknak környezetileg és tájképileg homogén területekre kell vonatkozniuk, összhangban kell állniuk a terület természeti adottságaival, a környezeti tényezők és a mezőgazdaság sokféleségével, az EU környezetvédelmi prioritásaival, amibe bele kell érteni a madarakra és az élőhelyekre vonatkozó direktívákat is *(Nagy – Márkus, 1995). Márkus és Nagy (1995)* javaslatot is kidolgozott arra vonatkozóan, hogy milyen szempontok szerint lehetne Magyarországon lehatárolni a programba bevonandó térségeket, másrészt megjelölték a potenciálisan szóba jöhető területeket.

Az apróvadgazdálkodás szempontjából az eddig elmondottak is már kellő garanciákat jelentenek a fenntartható gazdálkodás számára. Különösen akkor igaz ez, ha az ÉTT-k működésének nálunk is követendő két szintjét tekintjük. Az első, az alapszint esetében a jelenlegi állapot konzerválása a cél (azaz ne romoljon, ne váljon intenzívebbé a környezet). A helyi specialitásokon kívül az alábbi kritériumoknak mindig érvényesülni kell:

- korlátozás a műtrágya és növényvédőszer felhasználásra vonatkozóan – maximum 50 kg/ha NPK műtrágya;

- esőztető és csepegtető öntözés alkalmazásának tilalma;
- gyepek feltörésének, felülvetésének, vegyszeres kezelésének tilalma;
- legalább egy méteres mezsgye meghagyása a táblák szélén;
- bokrosok, fasorok, egyes fák megőrzése;
- létező vizes területek megőrzése.

A második szint az élőhelyfejlesztésekhez kapcsolódó előírásokat tartalmazza a védendő faj, vagy élőhely jellegének megfelelően.

Mindezek alapján könnyű belátni, hogy az Érzékeny Természeti Területek (ÉTT) kialakításának programja – amely 2002-ben 20 774 ha-os, 2003-ban 19 237 ha-os területet érintett, a 2. évben összesen 1,17 milliárd Ft támogatással – együttal a magyar apróvad-gazdálkodás programja, s a vadgazdálkodók és vadászok egyetértő támogatását is igényli.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) ANTAL E. (2003): Az éghajlatváltozás és a növényállományok vízellátottságának kérdőjelei a XXI. század elején. „AGRO-21" Füzetek, 32: 25–48. pp. (2) ÁESZ (2002): Magyarország erdőállományai, 2001. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 250 p. (3) BARÁTOSSY G. – VERBAY J. (2001): Az erdőtelepítés helye az agrárpolitikai koncepcióban. In: „Erdészeti Fórum 2001" Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai, 16: 7–14. pp. (4) BENCZE L. (1968): Kapcsolatok a dunántúli erdőtájak természeti adottságai és a szarvasfélék (Cervidae) minősége között. Erdészeti és Faipari Egyetem Kiadványai, 1968 (1): 1–79. pp. (5) BERKI I. – CZIMBER K. – KOPPÁNYI I. (2000): A hazai erdőtipusok aktuális elterjedése és éghajlati viszonyai. In.: III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. június 7–9. DE TTK Meteorológia Tanszék, 116–120. pp. (6) CSÁNYI S. (1999): A gímszarvas állomány terjeszkedése az Alföldön. Vadbiológia, 6: 43–48. pp. (7) FARAGÓ S. (1985): Javaslat a vízivad- (vízimadár-) biotópok tipológiájának és osztályozásának kialakításához és továbbfejlesztéséhez Magyarországon. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények, 1984 (1–2): 91–112. pp. (8) FARAGÓ S. (1993): Vadon élő állatfajok fennmaradásának lehetőségei mezőgazdasági környezetben Magyarországon. WWF-füzetek, 4., 24 p. (9) FARAGÓ S. (1996a): A Magyar Vadlúd Adatbázis 1984–1995: Egy tartamos monitoring – Data base of geese in Hungary 1984–1995: A long-term monitoring. Magyar Vízivad Közlemények, 2: 3–168. pp. (10) FARAGÓ S. (1996b): A Duna Gönyű–Szob közti szakasza (1791–1708 fkm) vízimadár állományának 10 éves (1982–1992) vizsgálata. Magyar Vízivad Közlemények, 1: 1–461. pp. (11) FARAGÓ S. (1997): Élőhelyfejlesztés az apróvad-gazdálkodásban. A fenntartható apróvad-gazdálkodás környezeti alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 356 p. (12) FARAGÓ S. (2002): Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 496 p. (13) FARAGÓ S. (2004): The White-fronted Goose – Anser albifrons (SCOPOLI, 1769) – in Hungary. Abstracts of 8th Annual Meeting of the Goose Specialist Group of Wetlands International, Odessa, 5–10. March 2004, Ukraine. 33–35. pp. (14) FARAGÓ S. – BUDAY P. (1998): A LAJTA Project fogoly (Perdix perdix) populációjának és környezetének vizsgálata. Magyar Apróvad Közlemények, 2: 1–250. pp. (15) FARAGÓ S. – LÁSZLÓ R. (2002a): Magyar Vadelhullás Monitoring 1998/1999. NYME-EMK Vadgazdálkodási Intézet, Sopron, 122 p. (16) FARAGÓ S. – LÁSZLÓ R. (2002b): Magyar Vadelhullás Monitoring 1999/2000. NYME-EMK Vadgazdálkodási Intézet, Sopron, 124 p. (17) FARAGÓ S. – LÁSZLÓ R. (2003): Magyar Vadelhullás Monitoring 2000/2001. NYME-EMK Vadgazdálkodási Intézet, Sopron, 120 p. (18) FARAGÓ S. – LÁSZLÓ R. (2004): Magyar Vadelhullás Monitoring 2001/2002. NYME-EMK Vadgazdálkodási Intézet, Sopron, 123 p. (19) FARAGÓ S. – NÁHLIK A. (1997): A vadállomány szabályozása. A fenntartható vadgazdálkodás populációökológiai alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 315 p. (20) FÜHRER E. – JÁRÓ Z. (1991): A feltételezett klímaváltozás várható hatása a magyarországi erdőállományokra és az erdőgazdálkodásra. Erdészeti Lapok, 126 (3): 81–84. pp. (21) FÜHRER E. – JÁRÓ Z. (1992): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Waldbestände Ungarns. Österreichische Forstzeitung, 9/1992: 25–27. pp. (22) KÁRPÁTI L. (2001): Erdőtelepítések tervezésének természetvédelmi szempontjai. In: „Erdészeti Fórum 2001" Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai, 16: 57–63. pp. (23)

KŐHALMY T. (1991): A faállománytípus csoportok cserjeszintjéből felvehető téli vadtakarmány korosztályok szerinti dinamikája. MTA Doktori Értekezés, Sopron, 110 p. (24) MAGYARG. – HADARICS T. – WALICZKY Z. – SCHMIDT A. – BANKOVICS A. (1998): Nomenclator Avium Hungariae. Magyarország madarainak névjegyzéke. Madártani Intézet – MME – Winter Fair, Budapest–Szeged, 202 p. (25) MÁRKUS F. – NAGY SZ. (1995): A mezőgazdasági és természetvédelmi politika összehangolásának lehetőségei Magyarországon. WWF-füzetek, 10., 24 p. (26) MÁTYÁS CS. (1998): A feltételezett klímaváltozáshoz adaptálódás genetikai és migrációs feltételei és korlátai. In: II.Erdő és Klíma Konferencia, Sopron, 1997. június 4–6. 18–24. pp. (27) MÁTYÁS CS. – CZIMBER K. (2000): Zonális erdőtakaró mezoklíma szintű modellezése: lehetőségek a klímaváltozás hatásainak előrejelzésére. In: III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. június 7–9. DE TTK Meteorológia Tanszék, 83–97. pp. (28) MÁTYÁS CS. – CZIMBER K. (2004): A zonális alsó erdőhatár klímaérzékenysége Magyarországon – előzetes eredmények. In: Erdő és Klíma IV. Nyugat-Magyarországi Egyetem, 35–44. pp. (29) MIKA J. (2000): Hazai éghajlati forgatókönyvek. In.: III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. június 7–9. DE TTK Meteorológia Tanszék, 9–23. pp. (30) MIKA J. (2003): Regionális éghajlati forgatókönyvek: tények és kétségek. „AGRO-21" Füzetek, 32: 11–24. pp. (31) NAGY SZ. – MÁRKUS F. (1995): A mezőgazdasági és természetvédelmi politika összehangolásának lehetőségei az Európai Unióban. WWF-füzetek, 9., 24 p. (32) SZABÓ F. – ANDA A. – IVÁNY K. – KOVÁCS A. (2003): A globális felmelegedés várható következményei a legeltetésre alapozott szarvasmarhatartásban. „AGRO-21" Füzetek, 31: 29–55. pp. (33) TÓTH P. – SZEMETHY L. (2000): A gímszarvas elterjedési területének változása Magyarországon. Vadbiológia, 7: 19–26. pp. (34) VARGA-HASZONITS Z. (2003): Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati szcenáriók. „AGRO-21" Füzetek, 31: 77–84. pp.

1. táblázat

Erdőterületek megoszlása faállomány-típusok szerint, 2001

Faállomány-típus	Ezer hektár	%
Bükkös	139,2	8,2
Gyertyános-tölgyes	119,2	7,1
Kocsánytalan tölgyes	131,5	7,8
Kocsányos tölgyes	147,5	8,7
Egyéb tölgyes (VT, MOT)	26,1	1,5
Cseres	194,8	11,5
Akácos	360,2	21,3
Egyéb kemény lombos	75,4	4,5
Nemes nyáras	111,6	6,6
Hazai nyáras	48,8	2,9
Erdei fenyves	157,5	9,3
Fekete fenyves	69,0	4,1
Luc fenyves	22,8	1,4
Egyéb fenyves	4,0	0,2
Összesen	1689,4	100,0

Forrás: ÁESz, 2002

2. táblázat

A faállomány-típus csoportokban fogyasztható téli természetes vadtáplálék országos átlagainak összesítő táblázata

Sor-szám	Faállomány-típus csoport	A fogyasztható fitomassza 20%-ának energiatartalma korosztályonként MJ/ha-ban										
		1–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	101–
1.	Bükkösök	954	1008	488	228	174	206	230	218	304	264	396
2.	Gyertyános-tölgyesek	1028	850	914	690	598	628	522	610	576	582	442
3.	Kocsányos tölgyesek	630	878	652	956	1340	1548	1716	1436	1758	1816	1680
4.	Kocsánytalan tölgyesek	1350	1094	820	1032	1158	1304	974	838	852	816	694
5.	Cseresek	1110	1130	1024	1058	1150	1218	1084	1030	816	608	1232
6.	Akácosok	708	548	744	920	414	1058	948	840	732	–	–
7.	Egyéb kemény lombosok	264	844	558	752	820	1048	1380	1788	1036	1832	772
8.	Nemesnyárasok	828	926	958	1638	1522	4268	–	–	–	–	–
9.	Hazainyárasok	228	342	404	1084	2636	2698	–	–	–	–	–
10.	Egyéb lágy lombosok	686	976	1152	1156	868	768	740	–	–	–	–
11.	Erdeifenyvesek	346	542	856	980	932	882	1050	856	708	–	–
12.	Feketefenyvesek	336	346	524	570	1298	1100	526	1924	–	–	–
13.	Lucfenyvesek	1184	1622	336	210	120	274	282	438	–	424	–
14.	Egyéb fenyvesek	228	130	248	428	474	226	154	84	14	–	–

Forrás: Kőhalmy, 1991

3. táblázat

A Magyarországon fészkelő vízivad fajok jelenlegi és a felmelegedés után prognosztizálható populációméretei

Faj	Előhely	Allomány nagyság (pár)	Várható állomány (pár)
Cygnus olor /bütykös hattyú/	Sekély állóvizek	120–150	200–300
Anser anser /nyári lúd/	Nagy kiterjedésű nádasok	2000–2100	1800–2000
Tadorna tadorna /bütykös ásólúd/	Mesterséges víztározó	0–1	5–10
Anas strepera /kendermagos réce/	Növényzettel borított állóvizek	100–200	100
Anas crecca /csörgő réce/	Sekély állóvizek	0–5	0–5
Anas platyrhynchos /tőkés réce/	Minden vizes élőhelyen	100 000–150 000	80 000–120 000
Anas acuta /nyílfarkú réce/	Sekély vizű tavak, rövidfüvű gyeppel	30–50	10–30
Anas querquedula /böjti réce/	Síkvidéki mocsarak	1200–1500	800–1000
Anas clypeata /kanalasréce/	Halastavak, mocsarak	500–600	400–500
Netta rufina /üstökös réce/	Nádas sekélyvizű élőhelyek	60–70	60–70
Aythya ferina /barátréce/	Növényzettel mozaikosan fedett állóvizek	5000–10 000	5000–8000
Aythya nyroca /cigányréce/	Sűrű növényzettel fedett tavak és mocsarak	500–600	200–300
Aythya fuligua /kontyos réce/	Sekélyvizű tavak, halastavak	80–100	80–100
Fulica atra /szárcsa/	Sík- és dombvidéki állóvizek	80 000–120 000	60 000–80 000

Forrás: Magyar et al., 1998

MINTAGAZDASÁGI MENEDZSEREK ÉS ÖNKORMÁNYZATI TISZTSÉGVISELŐK REAGÁLÁSAI A VÁRHATÓ KLÍMAVÁLTOZÁSRA

TENK ANTAL

ÖSSZEFOGLALÁS

Az alapkoncepciójában megegyező, a megkérdezettek körének különbözősége miatt azonban több részletében (pontjaiban) eltérő kérdőívekre adott válaszoknak egységes módszerrel történt feldolgozását követően az alábbi megállapitások tehetők.

Az elmúlt öt év során a válaszadók többsége a klímaváltozás határozott jeleit tapasztalta, elsősorban az átlagosnál melegebb nyarakban és jóval az átlag alatti éves-, illetve tenyészidőszaki csapadékmennyiségben. Különösen a mintagazdaságok menedzserei hangsúlyozták a mezőgazdaság egészének klíma-érzékenységét, de az önkormányzatoknak is közel 50%-a kiemelte a lakosság életkörülményeinek klímafüggőségét.

A mintagazdaságok mezőgazdasági tevékenységének gazdasági eredményét mindenek előtt a hozamok alakulásán keresztül befolyásolja a klima (időjárás). A településeken a klímaváltozás következtében fellépő hatások közül a kutak vízszintjének apadását, a lakosság vízfogyasztásának növekedését, valamint a talajvízszint süllyedését tartották a legfontosabbnak.

Az elmúlt öt év során tapasztalt anomáliák ellenére a válaszadóknak csak kisebb hányada gondolja úgy, hogy 5–10 éven belül határozott klímaváltozás következhet be.

A felmérésekben résztvevő mindkét kör szereplőinek klímaváltozással kapcsolatos informáltsága gyenge-közepes szintű. Úgy gondolják, hogy a kellő (szükséges) tájékozottsághoz 5–10 év szükséges.

A várható klímaváltozásra való felkészülést a válaszadók többsége szükségesnek ítéli. Abban már erősen megoszlanak a vélemények, hogy a felkészítésben kinek (mely intézménynek vagy szervezetnek) legyen vezető szerepe. Legtöbben a hatóság (a minisztériumok), a tudományos intézmények és az egyének szerepét emelték ki ebben a tevékenységben.

Abban szinte teljes az egyetértés, hogy a klímaváltozásra történő felkészülést haladéktalanul el kell kezdeni. A felkészülési módok (eszközök) között első helyen szerepel az informálódás, illetve a tájékoztatás. Többen hangsúlyozták az oktatás, illetve felvilágosítás, valamint a szociális gondoskodás jelentőségét is.

A válaszadók egyike sem rendelkezik egyelőre stratégiai tervvel a klímaváltozásra való felkészüléshez, de a 26 önkormányzat közül 18 tervezi ilyennek az elkészítését.

A hosszabb távon alkalmazható felkészülési módok (eszközök) között kiemelt szerepet szánnak a rendszeres informálódásnak és tájékoztatásnak, az öntözésre történő berendezkedésnek, a tartalékolásnak (ivóvíz, takarmány, energia) és a szakismeretek folyamatos bővítésének.

A várható klímaváltozás veszélyesen káros hatásai közül a tartós vízhiányt, a termeskiesést (hozamcsökkenést), valamint az élővilág (biodiverzitás) pusztulását emelték ki.

Az önkormányzatok többsége a várható klímaváltozásra történő felkészülés során a lakosságnak, az ivóvízkészletnek, az energiának, az élelmiszerek biztonságának, valamint az állat- és növényvilágnak szánnak megkülönböztetett figyelmet.

A klímaváltozásra történő felkészülési/felkészítési módok, illetve eszközök prioritássorrendjét a felvilágosító tevékenység vezeti. Képzetlen, felkészületlen emberekkel nem lehet felkészülni, ezért óriási a felelőssége a tudományban és az oktatásban tevékenykedőknek, minden szinten!

BEVEZETÉS

„A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az erre adandó válaszok" MTA-KvVM projekten belüli két kiemelten kezelt területe a mezőgazdaság és a települések. A projekt koncepciójának kidolgozói az érintett területek – így a mezőgazdaság és a települések – vonatkozásában is a Változás – Hatás – Válaszadás (VAHAVA) elemzését és szintézisét jelölték meg a 3 évre tervezett kutatások eszköze-(módszere)-ként, amely valamennyi területen hozzájárulhat az előreláto, tudatos alkalmazkodáshoz és az ehhez szorosan kapcsolódó (mintegy ebből származtatható), a klímaváltozással számoló fenntarthatóság tudományos megalapozásához.

A projekt kutatási céljai lokális, regionális és országos szinten egyaránt arra irányulnak, hogy

- egyrészt segítsék feltárni a klímaváltozások várható hatásait;
- másrészt tárják fel a klímaváltozásokra adható válaszokat, javaslatokat, ajánlásokat, cselekvési programokat, a károk megelőzésére, elhárítására és helyreállítására.

Mind a körülmények feltárásának, mind pedig a válaszok megfogalmazásának szakaszában elengedhetetlen a vállalati szférával és a közszolgáltatást végző szervezetekkel (önkormányzatokkal) történő folyamatos kapcsolattartás. E nélkül ugyanis nincs mód arra, hogy a klímaváltozás várható hatásairól és következményeiről, valamint az ezekre adandó válaszok, intézkedési javaslatok komplex rendszeréről felmérések, illetve intézkedési javaslatok készülhessenek. Mindezek végleges célja az, hogy a belőlük származó eredmények tudományosan megalapozzák a kormányzati szféra stratégiai jellegű intézkedéseit a megoldásokról és a feltételek létrehozásáról.

I. KÉRDŐÍVES FELMÉRÉS ÉS ANNAK EREDMÉNYEI AZ EGYETEMI MINTAGAZDASÁGOKBAN

A vizsgálat célja a várható klímaváltozás megítélésének feltárása a mintagazdasági menedzserek körében.

A vizsgálati módszer kialakításánál figyelembe vettük a VAHAVA projekthez központilag készített alapkoncepció szcenárióit, illetve azoknak a mezőgazdaságra vonatkozó passzusait. Az *így összeállított kérdőív 15 témakört (kérdéscsoportot) tartalmazott*, amelyek igyekeztek átfogni a mezőgazdaságot érintő és a klímával valamilyen módon kapcsolatban lévő problémák teljes körét. Mindezt úgy, hogy a témakörök nemcsak logikailag, hanem szakmailag is minél szorosabban kapcsolódjanak egymáshoz.

A vizsgálatok a mosonmagyaróvári Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar 26 mintagazdaságára terjedtek ki, melyek közül 21-en részletes adatszolgáltatásukkal segítették a kutatást. Az érintett mintagazdaságok többsége Győr-Moson-Sopron megyében (ezek egy része a Szigetközben)-, de néhány közülük Vas, illetve Komárom megyében található. Ennek alapján megállapítható, hogy a kapott eredmények regionális jellegűek.

A vizsgálatok eredményei

A vizsgálatba vont mintagazdaságok tevékenységi köre meglehetősen változatos. Mivel a kérdőívben feltett kérdésekre adott

válaszaik erősen függvényei annak a profilnak, amely a gazdaság tevékenységét leginkább jellemzi, ezért először egy összefoglaló táblázat készült a 21 gazdaság tevékenységek szerinti megoszlásáról (1. táblázat).

Mint az az 1. táblázatból látható, *a gazdaságok közül 14 a klímaváltozásnak leginkább – és közvetlenül – kitett növénytermelési (szántóföldi növények, zöldség, szőlő) tevékenységet folytat*, illetve ezek adják a fő profiljukat. Ha ehhez hozzávesszük az állattenyésztéssel, vagyis a klímának közvetetten kitett alaptevékenységgel foglalkozó 6 gazdaságot, akkor – egy kivételével – valamenynyi gazdaság olyan tevékenységet folytat, aminek az eredményei erősen klíma (időjárás)-függők.

A főprofiltól függően eltérően ítélték meg a klímatényezők szerepét, illetve azok befolyásának erősségét az egyes mezőgazdasági tevékenységekre. Ahogy az a 2. táblázatból is kitűnik, a növénytermeléssel (a szántóföldi műveléssel) kapcsolatos tevékenységekre (és azok eredményeire) gyakorolt időjárási hatások többsége döntően, vagy nagyon erősen esik latba. Ezen belül azonban észrevehető eltérések vannak: a csapadék (víz)- mennyisége például döntően befolyásolja a vízigényes növénykultúrák (cukorrépa, kukorica stb.) hozamait, erősen befolyásolja a gabonafélék és aprómagvak terméseredményeit, ugyanakkor közepesen hat a szőlőtermelés eredményére, legalábbis mennyiségi oldalról.

Az elmúlt öt év klímaváltozására utaló jelekről, a klíma egyirányú változásáról megoszlanak a vélemények. Azt ugyan minden válaszadó említi, hogy a hőmérséklet magasabb és a nyarak csapadékszegények, ami szárazsággal párosul, de a tendencia véglegességét (állandóságát) többen kétségbe vonják. Néhány válaszadó említi, hogy az évszakok közötti „átmenet" nem érzékelhető, „eltűnt" a tavasz, meg az ősz. Ennek a pontnak a válaszai között szerepel, hogy a nyári időszak magasabb hőmérsékletének következtében 2–3 héttel korábban volt a növények érési ideje (így például az öt évből háromban egy egész hónappal korábban volt a szőlőszüret) (3. táblázat).

Arról a kérdésről, hogy az érintettek (a mezőgazdaság szereplői) informáltak-e a várható klímaváltozásról, a válaszadók eléggé eltérően nyilatkoztak. *A válaszadók 40–40%-a úgy látja, hogy kellően, illetve nem teljesen informált, a fennmaradó 20% viszont elégtelennek tartja az informáltság jelenlegi szintjét.* Ezért azután a teljesen „elégedettek" is úgy gondolják, hogy még legalább 1–2 év szükséges ahhoz, hogy mindenki kellően informált legyen, a többség azonban 5–10 évben jelölte meg a kellő tájékozottság megszerzéséhez szükséges időt (4. táblázat).

Arra a kérdésre, hogy szükséges-e felkészülni, illetve hogy van-e lehetőség a felkészülésre, a válasz minden esetben az igen volt. Arra a kérdésre viszont, hogy kinek a feladata a várható klímaváltozásra történő felkészülés, illetve felkészítés, a válaszok eléggé megoszlanak. Ahogy ez várható volt, az emberekben még mindig erős a hatóságokra (minisztériumokra) történő hagyatkozás (támaszkodás) igénye és viszonylag ritkább a civil szervezetek, vagy az önkormányzatok iránti elvárás megfogalmazása. Az a körülmény, hogy a legtöbben (16-an) a tudományos intézményeket jelölték meg azt sugallja, hogy sokat várnak a probléma megoldásában a tudomány képviselőitől (5. táblázat).

A válaszadók nagyobbik hányada úgy gondolja, hogy a *mezőgazdaságban azonnal el kell kezdeni a felkészülést* az egyirányú klímaváltozásra (tartós felmelegedésre és a vízhiányból eredő aszályos időszakokra). A megkérdezetteknek több mint 20%-a nem érzi szükségét az azonnali felkészülésnek, illetve nem tud egyértelműen válaszolni a kérdésre. A lehetséges felkészülési módok/eszközök közül abszolút *első helyre került az informálódás, amit szorosan követ az ismeretek bővítése és a technológiaváltás.* A válaszadóknak alig valamivel több mint 50%-a jelölte meg a felkészülés lehetséges eszközeként a fajtaváltást, illetve az öntözésre történő berendezkedést.

A várható klímaváltozás környezetre gyakorolt hatásai közül a három legveszélyesebbnek tartott káros következmény: *a vízhiány, a biodiverzitás pusztulása és a talajszerkezet romlása.*

A felkészülés, illetve felkészítés során figyelembe veendő prioritás-sorrend kialakítását valamennyi válaszadó szükségesnek tartja. Ebben a sorrendben – a felmérés szerint – első helyre kerültek az (ivó)víz (19), az emberek (15) és az élelmiszerek (10). Többen hangsúlyozták, hogy itt egy egymásra épülő (komplex) rendszerről van szó, aminek minden eleme egyformán fontos (6. táblázat).

A felkészüléshez alkalmazható (igénybe vehető) eszközök, illetve eljárások közül a válaszadók *a felvilágosító munkát* messze a legfontosabbnak ítélik, de elég határozott (50%) az igény *az anyagi–műszaki felkészülésre, illetve a klímavédelemre is.*

2. KÉRDŐÍVES FELMÉRÉS ÉS ANNAK EREDMÉNYEI A TELEPÜLÉSI ÖNKORMÁNYZATOKNÁL GYŐR–MOSON–SOPRON MEGYÉBEN

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának 21 mintagazdaságában készült kérdőíves felmérés eredményeinek ismeretében merült fel annak az igénye, hogy egy másik körben – jelesül a települési önkormányzatoknál – is készüljön hasonló célú felmérés. *E vizsgálatok célja: a globális klímaváltozás várható hatásainak feltárása a településeken és környezetükben*, aminek alapján megfogalmazhatók a válaszok (stratégiai tervek) a kedvezőtlen hatások mérséklésére, a keletkezett károk elhárítására, illetve helyreállítására. A felmérés alapján kapott eredmények egyben alapul szolgálhatnak az alkalmazkodási stratégiák kidolgozásához, a települések (térségek) átfogó fejlesztési stratégiájával összhangban.

A települési önkormányzatok *részére összeállított kérdőív 17 kérdéscsoportot tartalmazott.* A mintagazdasági felmérésekhez hasonlóan itt is alapvető szempont volt, hogy a témakörök (kérdések) fogják át a településeket (azok lakosságát) érintő problémák teljes körét, és – lehetőség szerint – logikailag (és szakmailag) kapcsolódjanak is egymáshoz.

A leírt szempontok szerint összeállított *kérdőívet* 30 Győr–Moson–Sopron megyei települési önkormányzatnak küldtük meg, *közülük 26-an kitöltés után visszaküldték részünkre.* A települések kiválasztásának egyik fő szempontja az volt, hogy azok lehetőség szerint az érintett megye „átlagát" képviseljék. További szempont volt még, hogy legyen közöttük több, a Szigetközben elhelyezkedő település és olyan is, amelyiknek a területén az előző fejezetben szereplő mintagazdaságok valamelyike tevékenykedik. Ezeken kívül lényeges szempont volt még, hogy a települések területi elhelyezkedése (eloszlása) „arányos" legyen, mindenekelőtt az ún. vonzáskörzetektől (városoktól) való távolságuk tekintetében.

A 26 település között 1 nagyváros (130 ezer feletti lakossal), 2 középváros (30–55 ezer lakos) és 2 kisváros (10 ezer felett) található. Ebben az 5 városban él az érintett lakosság 88%-a. A fennmaradó 21 település lélekszáma 250–3600 fő közötti, ezekben él a vizsgálatba vont 26 település lakosságának 12%-a.

A vizsgálatok eredményei

A kérdőívnek arra a kérdésére, hogy a településen *az elmúlt 5 év során megfigyeltek-e a klímaváltozásra utaló jeleket, a válaszadók közül 12-en (46%) a „határozottan", 14-en (54%) a „nem egyértelműen" választ adta.* Egyetlen válaszadó sem volt, aki egyáltalán ne tapasztalt volna ilyen jeleket. Meglehetősen egybehangzóak a válaszok a klímaváltozásra utaló jelek megítélésében is, miután valamennyi kérdőíven szerepelt: *a sokéves átlagnál kevesebb csapadék*

(100%), magasabb nyári hőmérséklet (100%), a szokásosnál hosszabb aszályos időszak (96%). Ezekhez képest elenyészően kevés a klímaváltozásra utaló egyéb jelek említése, mint amilyen az enyhébb telek (11,5%), vagy az erős talajkiszáradás (11,5%).

A klímaváltozás (időjárási szélsőségek) észrevehető hatásait – hasonlóan a klímaváltozásra utaló jelekhez – a válaszadók nagyon egységesen ítélik meg (7. táblázat).

Az önkormányzatok túlnyomó többsége (85%) úgy látja, hogy 5–10 éven belül nem feltétlenül kell számítani egy határozott (egyirányú) klímaváltozásra, de csupán 1 válaszadó tartja teljesen kizártnak a klímaváltozás lehetőségét. Ami a települések lakosságának klímaváltozással kapcsolatos informáltságát illeti: a válaszadók közül 24-en (92%) látják úgy, hogy a lakosság nem teljesen informált. *A kellő informáltság eléréséhez 5–10 évet tart szükségesnek* 18 (69%), 1–2 évet 6 (23%), és 10 évnél többet 2 (8%) válaszadó.

Teljesen egybehangzó az a vélekedés, mely szerint *a várható klímaváltozásra fel kell készülni.* Arról már eléggé megoszlanak a vélemények, hogy a felkészülés/felkészítés kinek a feladata (8. táblázat).

Bár a válaszadók többsége szükségesnek tartja a várható klímaváltozásra történő felkészülést/felkészítést, jelenleg a megkérdezett önkormányzatok egyikének sincs erre vonatkozó stratégiai terve. A válaszadók közül 18-an (69%) jelezték azt, hogy *stratégiai terv készítését fontolgatják.*

Az azonnal szükséges felkészülési területek közül abszolút első helyre került a felvilágosító (tájékoztató) tevékenység (100%), ezt a szociális gondoskodás (96%) követi. Kiemelt jelentőségűnek tartják még az oktatást/képzést, az egészségnevelést, valamint a kutatást/szaktanácsadást is (9. táblázat).

A klímaváltozásra való felkészülés hosszabb távra szóló módozatai (eszközei) között is a *rendszeres informálódás került az első helyre (100%),* amit az öntözésre történő berendezkedés (92%), a természeti erőforrások fokozott védelme (81%), valamint a szakismeretek folyamatos bővítése (77%) követ (10. táblázat).

Arra a kérdésre, hogy a településen és annak környezetében mit tart a várható klímaváltozás veszélyesen káros hatásának, a válaszadók egybehangzóan *a tartós vízhiányt (100%), a terméskiesést (92%) és a megélhetési lehetőségek romlását (92%) emelték ki*, mint legfontosabbakat. A biodiverzitás pusztulását, valamint a talajdegradációt közepesen veszélyes (erős) következményként értékelik. Érdekes, hogy 3 válaszban a lakosság elvándorlásának lehetősége is felmerült.

A várható klímaváltozásra történő felkészülés során megkülönböztetett figyelmet igénylő területek/tényezők közül első helyre *a lakosság (100%) és az ivóvízkészlet (100%)* került. Ezeket követte *az energia (96%), az élelmiszerek biztonsága (81%), valamint az állat és növényvilág (77%).* Viszonylag alacsonyabb arányszámot képviselnek a takarmányok, a humán-, valamint az állat- és növényegészségügy (11. táblázat).

A kérdőív utolsó kérdése arra irányult, hogy az önkormányzatok a felkészülés során milyen fontossági (prioritás) sorrendet alakítanának ki a lehetséges/alkalmazható tényezők (módszerek) között. A megjelölt tényezők közül *a felvilágosító munka (100%)* került az első helyre. Ezt követte *a kármegelőzés (88%), majd az anyagi-műszaki felkészülés (58%).* A közepesnél kisebb szerepet szánnak a biztosításnak (38%) és a vízmegőrzésnek (27%). Az említett tényezők között szerepel még a kárelhárítás, az aszálystratégia, a víztartalékolás és további 6 lehetőség (12. táblázat).

1. táblázat

Mintagazdaságok főtevékenység (profil) szerinti megoszlása

A főtevékenység (profil) megnevezése	Gazdaságok száma, db
Szántóföldi növénytermelés	10
Zöldségtermelés és feldolgozás	2
Szőlő – bor	2
Állattenyésztés	6
Egyéb (szolgáltatás)	1
Összesen	21

2. táblázat

Az időjárás hatásának erőssége (befolyása) a mezőgazdaságban

Tevékenység, ágazat	A hatás(befolyás) erőssége				
	döntően	nagyon erősen	közepesen	nem számottevő	egyáltalán nem
gabonafélék, kukorica, cukorrépa, szálas takarmányok	X	X			
olajos magvak (repce, napraforgó), szőlő, gyümölcs		X	X		
állattenyésztés			X	X	
szolgáltatás					X
élelmiszerfeldolgozás				X	X

3. táblázat

Az elmúlt öt év klímaváltozásának főbb jelei és azok erőssége

A jelenség megnevezése	A jelenség erőssége (fokozata)			
	nagyon erős	erős	közepes	gyenge
magas hőmérséklet, szárazság	X			
kevés csapadék, aszály		X		
időjárási szélsőségek (anomáliák)			X	
levegő páratartalma			X	X
napfényes órák száma			X	X

4. táblázat

A várható klímaváltozással kapcsolatos informáltsági szint és a kellő tájékozottsághoz szükséges idő kapcsolata

Az informáltság szintje	A kellő tájékozottsághoz szükséges idő, év		
	1–2	5–10	10–20
kellően informáltak	X		
nem teljesen informáltak		X	
egyáltalán nem informáltak			X

5. táblázat

A várható klímaváltozásra történő felkészülés/felkészítés lehetséges szereplői (szervezetei)

Felkészülést/felkészítést végző szervezet, személy	Válaszadók száma, db
kormányzat	12
szakminisztériumok	14
tudományos intézmények	16
helyi önkormányzatok	11
civil szervezetek	8
egyének	13
mindenki	13

6. táblázat

A felkészülés, illetve felkészítés tényezőinek prioritás-sorrendje

A felkészülés során figyelembe veendő tényezők	Preferencia-sorrend a válaszok alapján
ivóvíz	19
emberek	15
élelmiszerek	10
energia	8
állategészségügy	6
takarmány	6
teljes élővilág	4
növények	3
valamennyi tényező	3

7. táblázat

A klímaváltozás (időjárási szélsőségek) észrevehető hatásai

Eszlelt hatások	Válaszokban előforduló száma, db
a kutak vízszintjének apadása	25
a lakosság vízfogyasztásának növekedése	24
a talajvízszint csökkenése	23
időjárás-okozta gyakoribb megbetegedések	4
növények kiszáradása	3
talajkiszáradás	2
egyéb hatások	1

8. táblázat

A várható klímaváltozásra történő felkészülés/felkészítés lehetséges szereplői

Felkészülést/felkészítést végzők megnevezése	Válaszadók száma, db
kormányzat	20
szakminisztériumok	13
tudományos intézmények	3
helyi önkormányzatok	20
civil szervezetek	3
egyének	19
mindenki	7

9. táblázat

A klímaváltozásra történő felkészülés főbb területei

Felkészülés területei	A válaszokban előforduló száma, db
felvilágosító (tájékoztató) tevékenység	26
kutatás, szaktanácsadás	12
oktatás, képzés	22
egészségnevelés	19
szociális gondoskodás	25
tartalékolás (víz, energia stb.)	2
osztálystratégia készítés	2

10. táblázat

A klímaváltozásra való felkészülés módozatai/eszközei hosszú távon

Hosszú távú felkészülési módok/eszközök	A válaszokban előforduló száma, db
rendszeres informálódás	26
szakismeretek folyamatos bővítése	20
tevékenységi kör váltás	4
tartalékolás (élelmiszer, energia)	23
technológiaváltás	3
fajtaváltás (pl. szárazságtűrő növények)	10
öntözésre történő berendezkedés	24
természeti erőforrások (víz, talaj) védelme	21
egyéb	1

11. táblázat

A klímaváltozásra történő felkészülés kiemelt területei/tényezői

A felkészülés kiemelt területei/tényezői	A válaszokban előfordulásuk száma, db
a lakosság (az emberek)	26
az állat- és növényvilág	20
az állat- és növényegészségügy	4
a humán egészségügy	9
az élelmiszerek biztonsága	21
a takarmányok	18
az ivóvízkészlet	26
az energia	25

12. táblázat

A felkészülés tényezőinek prioritás-sorrendje

A felkészüléshez felhasználható lehetőségek, eszközök	Preferencia-sorrend a válaszok mennyisége alapján, db
felvilágosító munka	26
kármegelőzés	23
anyagi-műszaki felkészülés	15
biztosítás	10
vízmegőrzés	7
kárelhárítás	2
aszálystratégia kidolgozása	2
támogatások igénybevétele (hazai)	2
EU támogatások igénybevétele	2
előrejelzés	2
víztartalékolás	2
környezetbarát módszerek alkalmazása	1
öntözés	1
többfunkciós mezőgazdaság	1

A NYUGAT-DUNÁNTÚLI AGRÁRGAZDASÁG KLÍMAVÁLTOZÁSHOZ VALÓ ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIÁJÁNAK ÁTTEKINTÉSE

CSETE LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A Nyugat-Dunántúl mező-erdőgazdasága 3 megyében, 22 kistérségben, 2 agroökológiai nagytájban és ezeken belül 7 középtájban helyezkedik el. A térbeni elhelyezkedést tovább differenciálja 2 nemzeti park, 5 tájvédelmi körzet továbbá természetvédelmi területek és helyi jelentőségű védett természeti értékek hálója. Ezek klímaérzékenysége eltérő, s a valószínűsíthető felmelegedés, szárazodás, valamint az extrém időjárási jelenségek különféle sérüléseket, károkat, esetenként irreverzíbilis károkat idézhetnek elő.

A Nyugat-Dunántúl területi vizsgálatai azt jelzik, hogy miközben az elmúlt évtizedekben az agroökológiai adottságok nem változtak érdemlegesen, a hasznosítás szerkezete lényegesen átalakult. Feltételezhető, hogy a következő évtizedekben viszont mindkettő megváltozik. A klímaváltozás hatásaira a középtájak alkalmassági sorrendje is megváltozik a felmelegedés és szárazodás eredményeképpen, csökkenő agroökológiai potenciál mellett.

A nemkívánatos hatások megelőzését, a bizonytalanságból eredő kockázatok csökkentését, a váratlanságból eredő fejetlenség megelőzését szolgálja az érintett területre, kisebb egységeire, településeire és vállalkozásaira kidolgozott alkalmazkodási stratégia, valamint feltételeinek létrehozása. Az alkalmazkodási stratégia kulcselemei: az élelmiszertermelő kapacitások megőrzése, a vízkészletek védelme, takarékos felhasználása, a földhasznosítás szerkezetének átalakítása, a klímavédelem helyi megoldásai. A stratégia megvalósításának fontosabb feltételei között meghatározó a képzéssel, tanácsadással való felkészülés, a helyi sajátosságokkal számoló katasztrófavédelem megerősítése, az egészségügyi feltételek klímaváltozáshoz is igazodó bővítése, valamint különféle tartalékok biztonságos képzése.

BEVEZETÉS

A VAHAVA projektben a klímaváltozás várható hatásaira való felkészülés kiindulási alapja az, hogy nem érdemes várni, hanem dönteni, cselekedni, alkalmazkodásra felkészülni szükséges, mert a késedelem helyrehozhatatlan károkat okozhat a mező-erdőgazdaságban, a természeti környezetben és a természeti erőforrásokban. (19) Ez természetesen nem zárja ki a további vitákat, de a bizonytalanságban egy biztos, *Láng István* szavaival élve: nincsen semmiféle garancia arra, hogy nem lesz klímaváltozás.

A sürgető felkészülést alátámasztja, hogy

- Földünk egyértelmű vészjeleket küld a zajló klímaváltozásról (magasabb hőmérséklet, melegedő tengerek, olvadó gleccserek, gyakori erdő- és bozóttüzek, korábbi tavaszodás és virágzás, kiszáradó források, patakok, állóvizek stb.).
- Ha napjainkban meg is szűnne az üvegházhatású gázok kibocsátása – valójában azonban további növekedés várható (USA, Kína, India) –, akkor is folytatódna a klímaváltozás az eddig felhalmozottak alapján.
- A klíma térbeli és az időjárás helyi je-

lenségei hazánkban (árvizek, belvizek, helyi „özönvizek", aszály, jégverés, tornádószerű jelenségek, sárlavinák, szélviharok stb.) jelzik, hogy a valószínűsíthető klímaváltozástól függetlenül is foglalkozni kell a lehetséges sokmilliárdos közvetlen és közvetett károk megelőzésével.

• Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Kormányközi Éghajlatváltozási Panel) leszögezte, hogy a 19. század második felétől antropogén globális klímaváltozás következett be, melynek hatására a Föld felszíni középhőmérséklete 0,7 °C-kal emelkedett.

A hazai klímaváltozási alkalmazkodási stratégiában felmelegedéssel, szárazodással, az időjárási anomáliák gyakoriságának és intenzitásának növekedésével indokolt számot vetni. Ezt mediterrán táji jellegzetességek, félsivatagi-aszályos jelenségek, extrém időjárási események kísérhetik, melyek hazánk mozaikosan elrendeződő különböző adottságú termőhelyeit, az eltérő klímaérzékenység miatt, különböző mértékben érinthetik.

Az alkalmazkodási stratégia – melynek szerves része a klímavédelem – *célja a kellő biztonsággal előre nem látható időjárási eseményekre való felkészülés, mert így csökkenthető a meglepetésből, váratlanságból, felkészületlenségből eredő kockázat, megelőzhetők, mérsékelhetők a különféle társadalmi, természeti környezeti és gazdasági károk.*

Az alkalmazkodási stratégia egyrészt a hosszabb távon érvényesülő tennivalókra irányul, de felhívja a figyelmet rövid távon a viszonylag *gyors reagálásra* való felkészülésre is, másrészt tartalmaz az egész országban követhető megoldásokat, feladatokat, és azok feltételeit, de hangsúlyozza a táji sajátosságok mérlegelésének fontosságát. Nyugat-Dunántúlon sem célszerű tétován várakozni, hanem a táji adottságokhoz igazított alkalmazkodási stratégiával – ahol nagy a bizonytalanság, ott változatokat felvázolva – szükséges felkészülni a klímaváltozás várható hatásainak megválaszolására.

NYUGAT-DUNÁNTÚLI TÉRBENI SAJÁTOSSÁGOK MEGKÖZELÍTÉSE AZ ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIÁBAN

A mező-erdőgazdasági tevékenység térben, szétszórtan elhelyezkedve, sok szereplővel, döntően (80%-ban) determinált körülmények között zajlik. Éppen ezért a klímaváltozásra való felkészülést szolgáló nyugat-dunántúli alkalmazkodási stratégiában a sajátosságokkal és a megvalósítás realitásaival számolva, többféle közelítésben célszerű foglalkozni a térbeniséggel.

– Mindenekelőtt *az igazgatási rendszerhez és a működő intézményekhez* igazodva szükséges áttekinteni Nyugat-Dunántúl térbeni megjelenését a felkészülés érdekében.

– A jelent és jövőt alapozó *agroökológiai potenciált*, az alkalmazkodás esélyeit a természetes nagytájak és középtájak, valamint termőhelyek jellemzésével indokolt megközelíteni.

– A város és vidék lakosainak létezését meghatározó és a mező-erdőgazdaságot is befolyásoló *természeti környezetet*, a természeti erőforrásként hasznosított területeken túlmenően, *védett és egyéb természeti* környezeti területek bontásában szükséges vizsgálni. (Nem a lakosság tartja el a természetet, hanem az a lakosságot!)

A Nyugat-Dunántúli Régió

A klímaváltozásra való felkészülés, a károk megelőzése, mérséklése, helyreállítása, a kockázatok csökkentése érdekében az alkalmazkodási stratégiát, feladatait, feltételrendszerét és a szervezett megvalósítást mindenekelőtt *régió – megye – kistérség – település szintekre szükséges kidolgozni.* Vagyis azokra ahol a döntéseket hozzák, az intézkedéseket kiadják, ahol szervezik a végrehajtás folyamatát, működtetik a szükséges koordinációt, irányítják a katasztrófavédelmet, mozgósíthatják az egészségügyet, kapcsolatban

állnak az országos szervekkel, rendelkeznek anyagi-műszaki feltételekkel, s működtetik az információs rendszereket stb.

A Nyugat-Dunántúli Régió három megyéből szerveződött, melyekben összesen *22 tervezési – statisztikai kistérség* található

Győr-Moson-Sopron megye (7 kistérség)

Csornai, Győri, Kapuvári, Mosonmagyaróvári, Pannonhalmi, Soproni–Fertődi és Téti Kistérség.

Vas megye (9 kistérség)

Celldömölki, Csepregi, Körmendi, Kőszegi, Őriszentpéteri, Sárvári, Szentgotthárdi, Szombathelyi és Vasvári Kistérség.

Zala megye (6 kistérség)

Keszthelyi–Hévízi, Lenti, Letenyei, Nagykanizsai és Zalaegerszegi Kistérség.

Nyugat-Dunántúlra, az országos átlagos helyzethez képest, jellemző a 100 km^2-re eső *települések magasabb száma* (5,8 és 3,4), az alacsonyabb *városi népesség* aránya (56,1% és 63,1%), az egy városra jutó valamivel *kisebb népesség* (41 790 fő és 42 932 fő), s ami fontos, a *közösségek népességének alacsony száma* (706 fő és 1260 fő). Mindez jelzi a térség vidéki jellegét és a települési önkormányzatok közötti együttműködés, összefogás fontosságát.

A Régió az ország területének 12,6%-át teszi ki. Nyugat-Dunántúli Régió mindhárom megyéje az ország kisebb területi egységei közé tartozik (lásd: 1. táblázat).

A Régió művelési ágainak arányait a 2. táblázat mutatja.

A Nyugat-Magyarországi Régióban a földhasználatban, az országos átlaghoz képest, alacsonyabb a szántó és jóval magasabb *az erdő*, s valamivel kisebb *a művelésből kivett terület aránya.* A jövőben is célszerű mindent megtenni a jó adottságú termőterületek csökkenésének akadályozása, lassítása érdekében, amit a zöldmezős beruházások, út- és vonalas vezetékek építése, a települések terjeszkedése veszélyeztetnek elsősorban.*

* Nyugat-Dunántúli Régió földhasználatáról és üzemi szerkezetéről tanulmányt közölt Kacz Károly – Hegyi Judit. Gazdálkodás 2004. 5. sz. (2)

A Régió megyéiben a földterület hasznosításában érdemleges eltérések tapasztalhatók.

Az arányok jelzik, hogy Győr-Moson-Sopron megyében *a szántóföld* hasznosítás szerepe jelentősebb a másik két megyéhez képest, s az országos átlagnál alacsonyabb az erdősültség, s jelentős – a felértékelődő szerepű – nádasok aránya. Zala megyében a legmagasabb *erdősültség és a gyep* mellett figyelmet érdemel *a művelésből kivont területek* viszonylag alacsony aránya. Vas megyében a Győr-Moson-Sopron megyéhez képest az *alacsonyabb szántó*, és Zalához képest *alacsonyabb erdő* arány a jellemző, ami tükrözi a természetrajzi–földrajzi adottságokat is. A művelési ágak eltérően érzékenyek a klímaváltozás hatásaira, és a klímavédelemben játszott szerepük is különböző, amivel a későbbiekben foglalkozunk.

Ha a Régió és a megyék határait összehasonlítjuk az agroökológiai természetes nagytájak és középtájak határaival, akkor azonnal érzékelhető, hogy a Régió határai rendkívül eltérő agroökológiai adottságú területekből tevődnek össze. Következésképpen a Régió, vagy a megyék átlagai vajmi kevéssé használhatók agráralkalmazkodási stratégia alapozásához. Ennek ellenére igaz, hogy a kidolgozott alkalmazkodási stratégia megvalósításában nem mellőzhetők az igazgatási egységek, intézkedési jogköreik és intézményeik.

A Nyugat-Dunántúli Régió előbb vázolt területén az alábbi szervezetek gazdálkodtak: (1)

	NYDR	Országosan
Összesen gazdasági szervezet	5356	40 262
Ebből: gazdasági társaság	1183	9 479
szövetkezet	213	1 886
egyéni vállalkozó	3639	26 594

Nincsen pontos áttekintésünk arról, hogy hány *fő- és mellékfoglalkozású,* vagy *árutermelő*, illetve a családi költségvetést megtakarító, *kisegítő* tevékenység folyik a Régióban. Ez most nem is feladatunk, de azt nyugodtan hangsúlyozhatjuk, hogy az agrár-

ágazatokban érdekelt családok nagy száma is jelzi, hogy elkerülhetetlen a tevékenységi szerkezet váltása és más kiegészítő, melléküzemi tevékenységek felkarolása, a gazdálkodók számának csökkenése mellett.

Az agroökológiai potenciál

A klímaváltozás kedvezőtlen hatásai veszélyeztethetik az élelmiszer alapanyagok megtermelését, s a talajban tárolt vízkészleteket, a mezőgazdasági zöldfelületeket, az erdőket, mezővédő erdősávokat, ligeteket és egyéb területeket. Ezért *a mező-erdőgazdasági területek agroökológiai potenciáljának megőrzése elsőrendű társadalmi érdek. Különösen fontos az átlagosnál jobb adottságú terület óvása*, mert az tartós versenyelőnyt jelent, mint említettük. A jobb termőhelyeken a gyengébb, kedvezőtlenebb adottságúakhoz képest, a ráfordítások átlagos és pótlólagos hatékonysága törvényszerűen magasabb, ami az országon, az EU-n belül, vagy más nemzetközi viszonylatban semmi mással nem helyettesíthető. Az éhezők, alultápláltak, szomjazók globális problémája csak élelmiszer feleslegeket előállítani képes országokra támaszkodva oldható meg. A veszély minden eddiginél nagyobb, mert a termőterületeket csökkentő zöldmezős beruházások, a települések terjeszkedése, az útépítések stb. mellett a melegedés–szára-zodás, felhőszakadások, szélviharok termőtalajokat pusztító hatásával is számolni szükséges.

Az, hogy az agroökológiai potenciál minőségének és mennyiségének őrzése mennyire fontos, azt mi sem bizonyítja jobban, mint a *Johannesburgi ENSZ Világkonferencián* elhangzottak, vagy az EU országainak környezetvédelmi tanácsainak nyilatkozata, amely első helyre tette az élelmiszertermelés fontosságát. (9) De a *Meadews* házaspár újabb könyve is foglalkozik a népesség növekedés és az élelmiszer mennyiség problematikájával. (10) Mindehhez hozzátehető az ázsiai országokban emelkedő életnívó, amely eleinte a táplálkozás mennyiségi igényeiben jelenik meg. A klímaváltozás várható hatásai egyes ma élelmiszertermelő helyek, országok, régiók kapacitásait erőteljesen beszűkíthetik, ami felértékeli másutt az agroökológiai potenciált.

Nyugat-Dunántúl agroökológiai adottságainak jellemzésére a tervezési-statisztikai régiók, vagy a kistérségek csak közelítően alkalmasak, amire utaltunk az előzőekben. Pontosabb eredménnyel kecsegtet, ha a természetes nagytájak és ezeken belül az agroökológiai körzetek keretében próbálkozunk ezzel. Magyarországon 7 természetes *nagytájat,* 35 agroökológiai középtájat és ezeken belül pedig számtalan, többé-kevésbé homogén *termőhelyet* különböztetünk meg. Ezt a rendszert Magyarország agroökológiai adottságainak felmérése és prognosztizálása elnevezésű tárcaközi kutatási programokban alkalmaztuk még a 70-es évek végén, és ami azóta is több más munkában helytállónak bizonyult. (3)

Az agrárszakemberek, kutatók, oktatók széles körű együttműködésében – *az MTA,* illetve *Láng István* koordinálásával – 1978–1981 között elkészült a magyarországi középtájak agroökológiai felmérése és prognózisa. (3)

a) *Nyugat-Dunántúl természetes nagytájai és középtájai*:

III. Kisalföld
- 14. Győri-medence
- 15. Marcal-medence
- 16. Komárom–Esztergomi-síkság

IV. Nyugat-magyarországi peremvidék
- 17. Alpokalja
- 18. Sopron–Vasi-síkság
- 19. Kemeneshát
- 20. Zalai-dombság.

A két nagytáj területi kiterjedésénél jóval nagyobb súlyt képvisel, jelentősége, terme-

lési színvonala, agrokulturális hagyományai, tudományos előzményei és életnívója alapján.

b) *Az agroökológiai potenciál kifejezése:* Az agroökológiai potenciál kifejezésére egyszerű módszert dolgoztam ki a Magyar Tudománytár 3. kötetében azért, hogy az olvasó képet alkothasson a középtájak viszonylagos értékéről, illetve sorrendjéről. Ez a módszer jól bevált az „Agroökoszisztémák, regionalitás, biodiverzitás" *Várallyay György* akadémikus vezetésével folyt NKFP vizsgálatok keretében is. (4, 5, 6) A hazai viszonyok között legfontosabb 9 szántóföldi növény potenciális hozama alapján jó, közepes, gyenge és alkalmatlan termőhelyet megkülönböztetve pontszámokkal fejeztem ki a középtáj agroökológiai potenciálját, ami így összehasonlíthatóvá vált. A 35 agroökológiai középtájból a legjobb 4. Mezőföld, pontszáma 27 (100%). Legrosszabb 31. Mátravidék, pontszáma 3 (11%) és 34. Észak-Borsodi-hegyvidék, pontszáma 3 (11%). A zöldség-, gyümölcs-, szőlőtermelésre, valamint a gyepterületekre is készültek összehasonlítást segítő értékelések.

A középtájak alkalmassága nemcsak egyszerűen valamilyen tudományos információ, hanem azt is jelzi, hogy ha a termőhelyi adottság technikával, technológiával, szakértelemmel és klímaváltozásra való felkészüléssel társul, akkor esély nyílik az adottság előnyeinek többletjövedelemmé formálására. A jövőben az adottságok hasznosításában a fenntarthatóság egyre meghatározóbb szerepet játszik.

A jó adottságok = a prognosztizált országos átlag fölötti termés érhető el. Közepes adottságok = a prognosztizált országos átlag körüli, míg a gyenge adottságok = a prognosztizált országos termésátlagok alatti hozamok érhetők el. Az alkalmatlan adottságok – valójában a gyenge adottság is – értelemszerűen azt jelentik, hogy adott tájban nem célszerű versenyszerű árutermelési céllal foglalkozni az említett szántóföldi növénnyel.

A Nyugat-Magyarországi középtájak alkalmassági pontszáma az alábbi:

16. Komárom–Esztergomi-síkság	21 pont
14. Győri-medence	19 pont
18. Sopron–Vasi-síkság	12 pont
20. Zalai-dombság	12 pont
15. Marcal-medence	11 pont
19 Kemeneshát	8 pont
17. Alpokalja	7 pont

Az országos agroökológiai potenciál pontértékéből a 7 középtáj kereken 20%-ot képvisel, ami jóval meghaladja területből való részesedését, s két középtáj (16. és 14.) messze meghaladja az országos átlagot, ami 13 pont, s három középtáj pedig az országos átlagtól alig elmaradó.

Az agroökológiai potenciál pontértékéből következtethetünk a középtájak szántóföldi termelésének *érzékenységére,* illetve a *sérülékenységből származó kockázatra.* Ugyanis logikusan feltételezhető, hogy a jobb agroökológiai adottságú területeken a kedvezőbb talaj, felszín, csapadék, hő, légmozgás stb. alapján a klímaváltozás hatásaira való reagáló képesség is kedvezőbb, kevésbé érzékeny, s így a sérülékenység valószínűsége is csekélyebb a szántóföldi termelésben.

A nagyobb agroökológiai pontszám egyúttal érzékelteti, hogy

– a nagyobb pontszám, amely a jobb adottságokat jelzi, elősegíti *a termelési, tevékenységi szerkezet rugalmasabb alakítását, igazodást a klímaváltozás hatásaihoz.* Ez a vetésszerkezeti arányokban, a művelési ágak megváltozásában, az állatállomány összetételében stb. jelenhet meg;

– a nagyobb pontszám a nagyobb *biomassza,* az alternatív energia előállítás jobb esélyét is jelenti (szántóföldi fatermelés, energiafű, napraforgó, repce, kukorica energia célra stb.).

A középtájak agroökológiai alkalmasságát tényezők együttese alakítja: a csapadék, sugárzás, hőmérséklet, párolgás, talaj, felszín és a fajta. Kérdés, hogy a szántóföldi agroökológiai potenciál alkalmassági pontszámai mennyiben jelzik a középtájak klímaváltozás hatásaira *várható érzékenységét és sérülékenységét.* A választnál figyelembe szükséges venni

– egyrészt, hogy a szántóföldi agroökológiai potenciál prognózisának készítésekor – a '70-es évek végén '80-as évek elején – fel sem merült a várható klímaváltozás, ezért az ismert sokéves átlagos klimatikus viszonyokat tételezték fel;

– másrészt ismeretes, hogy Zalából, vagyis délről észak felé haladva csökken a csapadék, és nyugatról kelet felé haladva fokozatosan melegebbé válik a hőmérséklet a középtájakban.

Feltételezhető, hogy a hőmérséklet emelkedése és a csapadék csökkenése nem változtatja meg a dél-észak és a nyugat-keleti viszonylagosságot, vagyis a csökkenő csapadék mellett is 20. Zala csadékosabb lesz mint a 16. Komárom–Esztergomi-síkság, vagy a 17. Alpokalja hűvösebb lesz a várható felmelegedés miatt, mint az előbb említett 16. Komárom–Esztergomi-síkság. Ha tehát az agroökológiai potenciál prognózis eredményeit a várható felmelegedéssel és szárazodással súlyozzuk, akkor a középtájak sorrendje megváltozik:

	Agroökológiai sorrend		Súlyozott sorrend és index	
16. Komárom–Esztergomi-síkság	1	100	3	91
14. Győri-medence	2	90	1	100
20. Zalai-dombság	3	57	2	96
18. Sopron–Vasi-síkság	3	57	4	78
15. Marcal-medence	5	52	7	65
19. Kemeneshát	6	38	6	70
17. Alpokalja	7	33	5	74

A valószínűsíthető változásokból kitűnik, hogy a felmelegedés és szárazodás agroökológiai potenciált csökkentő hatása mellett *a középtájak közötti különbségek csökkenhetnek és a sorrend is megváltozik. A középtájak mezőnye kettéválik a jobb alkalmazkodási esélyeket sejtető 14. Győri-medencére, a 20. Zalai-dombságra és a 16. Komárom–Esztergomi-síkságra, valamint a többire.*

A klímaproduktivitással, valamint a kukorica és az éghajlati viszonyok összefüggéseivel Nyugat-Dunántúlon behatóbban foglalkozott *Varga-Haszonits Zoltán,* az országos és megyei agroökológiai prognózisokban, valamint az „AGRO-21" Füzetek 43. számában. (3, 18)

c) *A növénytermelés alkalmassága a középtájakban*

A *III. Kisalföld középtájaiban* a fontosabb szántóföldi növények alkalmassága az alábbi:

14. *Győri-medence*

Jó adottságok: búza, őszi és tavaszi árpa, lucerna.

Közepes adottságok: cukorrépa, burgonya.

Gyenge adottságok: kukorica, napraforgó, borsó.

Alkalmatlan: –

15. *Marcal-medence*

Jó adottságok: –

Közepes adottságok: búza, őszi és tavaszi árpa, lucerna.

Gyenge adottságok: kukorica, napraforgó, cukorrépa, borsó.

Alkalmatlan: burgonya.

16. *Komárom–Esztergomi-síkság*

Jó adottságok: búza, kukorica, őszi és tavaszi árpa, borsó, lucerna.

Közepes adottságok: napraforgó, cukorrépa.

Gyenge adottságok: –

Alkalmatlan: burgonya.

A IV. Nyugat-magyarországi peremvidék középtájaiban a fontosabb szántóföldi növények:

17. *Alpokalja*
Jó adottságok: tavaszi árpa.
Közepes adottságok: búza, őszi árpa.
Gyenge adottságok: kukorica, borsó, lucerna.
Alkalmatlan: napraforgó, cukorrépa, burgonya.
18. *Soproni–Vasi-síkság*
Jó adottságok: tavaszi árpa.
Közepes adottságok: búza, kukorica, őszi árpa, cukorrépa, lucerna.
Gyenge adottságok: borsó.
Alkalmatlan: napraforgó, burgonya.
19. *Kemeneshát*
Jó adottságok: tavaszi árpa.
Közepes adottságok: búza, őszi árpa, lucerna.
Gyenge adottságok: kukorica, borsó.
Alkalmatlan: napraforgó, cukorrépa, burgonya.
20. *Zalai-dombság*
Jó adottságok: burgonya.
Közepes adottságok: búza, őszi árpa, lucerna.
Gyenge adottságok: kukorica, cukorrépa, tavaszi árpa, borsó.
Alkalmatlan: napraforgó.

A fontosabb zöldségnövények termőhelyei az egyes középtájakban az alábbiak:
– *étkezési paprika* közepes termőhelye 14. középtáj
– *paradicsom* közepesnél jobb termőhelye 14. középtáj
– *uborka* jó termőhelye 14. középtáj, közepes 20.
– *zöldborsó* közepes és gyenge termőhelyek 14., 16. és 20. középtáj
– *kétéves vöröshagyma* 14., 16. és 17. középtáj
– *egyéves vöröshagyma* 14., 15. és 16. középtáj
– *zöldbab* 14. és 15. középtáj
– *görög- és sárgadinnye* 14. középtáj
– *fejes káposzta* 14. középtáj
– *saláta* 14. középtáj
– *spenót* 14. és 15. középtáj
– *sárgarépa* 14. és 16. középtáj
– *petrezselyem* 17. középtáj
– *zeller* 16. és 17. középtáj

A gyümölcstermelésben az alábbi termőhelyek említhetők:
– *Az alma és körte* klímaigénye elsősorban Délnyugat-Dunántúlon kedvezőek.
– *Meggy és cseresznye* térnyerése a környezethez viszonyítva magasabb területeken, ahol a késő tavaszi utófagyok nem károsítanak, indokolt.
– *Kajszi* érzékeny az ökológiai adottságokra. Telepíteni csak ott érdemes, ahol télen és kora tavasszal lassan melegszik fel a talaj.
– *Diónál* a kiegyenlített klíma, kedvező vízellátottság, *gesztenyénél* a savanyú talajadottságok a fontosak.
– *Szamóca* könnyen melegedő, öntözhető termőhelyekre való.
– *A málna* Győr–Sopron megyében, míg a *fekete és piros ribiszke* Zalában jól díszlik.

A szőlő-bor termőhelyei ismertek, mozaikosan elrendeződőek. A felmelegedés a fajtaváltásban érezteti majd a hatását.

A gyógy- és illóolajos növények termelésére Zalában kedvezőek az adottságok.

Valamennyi kertészeti ágazatban megnő a kisebb-nagyobb *kedvező termőhelyi adottságok hasznosítása* és fokozódik *a házak körüli és más kertek szerepe*, mert ezekben – igaz kis méretekben, de – könnyebb a növények gondozása, a család, a gyerekek örömére.

A magyarországi gyepeket (legelőket, réteket) ökológiai adottságaik és ökonómiai megfontolások alapján három kategóriába sorolták a szakemberek:

– jól javítható gyepekre, melyeken 6,0 t/ha széna hozam érhető el;
– legeltetésre alkalmas, talajvédő funkciót is ellátó gyepekre, melyeken kellő gondozás mellett 2,0 t/ha széna hozam érhető el;
– nem javítható talajvédő és szórványgyepek.

Esetünkben a térség hét középtájából csak 20. Zalai-dombságot említik a szakemberek, ahol a második csoportba sorolt gyepek érdemelnek figyelmet.

d) *Mire figyelmeztetnek a mezőgazdaság területi elrendeződésének eddigi kutatásai?*

A mezőgazdaság térbeli elrendeződését többen is kutatták az elmúlt évtizedekben. Például *Magyary Zoltán – Reichenbach Béla* 1938–1939. évekre jellemezték a *mezőgazdasági üzem tájakat,* amit térképen is kifejeztek. Nem véletlenül a szerzők hét üzemi tájat állapítottak meg. Az *I. üzemi tájban* helyezkedik el a mi középtájainkból a 14. Győri-medence, 16. Komárom–Esztergomi-síkság, 17. Alpokalja, 18. Sopron–Vasi-síkság és a 19. Kemeneshát. Az I. üzemi tájra jellemző a nagyon erős állattartás, a 14., 17., 18. és 19. agroökológiai középtájban országos átlag feletti szántóföldi növénytermeléssel, a 16. középtájban pedig országos átlag körüli növénytermeléssel!

Görög László a növénytermelés és állattenyésztés tényleges helyzete alapján rendszerezi a körzeteket 1953-ban. A szerző kisalföldi körzetébe helyezhetők a 14., 15., 17., 18. és 19. agroökológiai körzetek.

A szerző intenzív, országos átlag körüli és alacsony színvonalú állattenyésztési körzeteket különböztet meg és ábrázol kartogramban. Az agroökológiai körzetek közül a 16. Komárom–Esztergomi-síkság az alacsony színvonalú állattenyésztési körzetben található, míg a többi középtájban intenzív volt az állattenyésztés még 1953-ban is. (11)

Erdei Ferenc – Csete László – Márton János a termelt termékek értékben kifejezett összetétele (vagyis amiből a bevétel származott) – gyenge, közepes és jó év adatai – alapján, igazgatáshatárokhoz – a kezelhetőség miatt – igazodva nyolc körzettípust és altípusokat különböztettek meg, melyek többé-kevésbé szintén egybeesnek az általunk bemutatott agroökológiai nagy- és középtájakkal.

Így a hét agroökológiai középtáj területén a szerzők az alábbi körzettípusokat jelölik: 3/B sertés- és szarvasmarha-tenyésztő típus (Mosonmagyaróvár és környéke); 3/A szarvasmarha- és sertéstenyésztő típus (Győri-medence és Komárom–Esztergomi-síkság nyugati fele); a középtájak nagy részét szarvasmarha-tenyésztő típusba sorolták, alacsony kertészeti tevékenységgel (1/A típus), helyenként nagyobb arányú kertészeti tevékenységgel (1/B típus). (11)

Az országos tájkutató munka – amely az ötvenes évek elején vette kezdetét – *Lőrincz Gyula, Géczy Gábor és Kernács Sándor* vezetésével, majd a programot átalakítva *Erdei Ferenc – Csete László* koordinálásával fejeződött be.

A munkában minden községről talaj és talajhasznosítási térképek, s minden községről statisztikai felmérések készültek. A munkában az FM tájkutató intézetei, felsőoktatási intézetek és laboratóriumok vettek részt. A mosonmagyaróvári tájkutatást *Ferkis József* fogta össze. A statisztikai felmérések és a községi térképek ma az Országos Levéltárban találhatók.

Géczy Gábor könyvében leírtak és az agroökológiai potenciálban megjelentek között az adottságok megítélésében nagy a hasonlóság. A szerző a középtájakat részletesen jellemzi, a termőhelyi alkalmasságot pedig három növénnyel (kalászos, kapás, pillangós) minősíti. (20)

Mindezt azért mutattuk be, mert egyrészt, ezek a források jól használhatók a stratégia alapozásához is, másrészt, hogy érzékeltessük, hogy ugyan az agroökológiai adottságok nem sokat változtak az elmúlt 6–7 évtized alatt, de a mezőgazdasági hasznosítás alaposan átrajzolódott. Feltételezhető, hogy a klímaváltozás hatására a következő néhány évtizedben mind az agroökológiai adottságok, mind a termelési-tevékenységi szerkezet lényegesen változik az alkalmazkodási kényszer hatására.

A természeti környezet területei

A természeti környezet alapvető fontosságának felismerése egyre határozottabb arculatot kap az egész világon. Pontosabban erősödik az a felismerés, hogy a folyamatosan változó Földet az emberi beavatkozás végletesen tönkreteheti, és ezzel veszélybe kerül az emberiség élhetősége is. Ezt a törekvést „Gaia-szemléletnek" nevezik. A klímaváltozás függvényében ez is új megvilágításba kerül.

Gaia a görög mitológiában a Föld istennője. Ennek adott hangot *Glatz Ferenc* akadémikus az Ópusztaszeri beszédében, valamint az MTA-n elhangzott előadásában is. (7) A témakörhöz kapcsolódó *Borhidi Attila* akadémikus közelmúltban megjelent könyve is. (8)

A Gaia-szemlélet erősödése általában kedvez az agrárágazatok megítélésének is.

Ennél fontosabb azonban annak felismerése és gyakorlati következményeinek érvényesítése, hogy a természeti környezet, és a természeti erőforrásként hasznosított része, valamint az agrárágazatok között *szoros a kölcsönhatás,* az egymásra utaltság. A pusztuló természeti környezet, a parlagfüves, vagy gyapjas pille fertőzött táj káros következményeit az agrárkultúra csak ideigóráig kerülheti el.

A természeti környezet, a védett területek, természeti értékek gondozása, *megőrzése, a természeti környezet fenntartása, bemutatása új üzleti lehetőségeket is kínálnak.* Ezért hangsúlyozzuk évek óta, hogy a természetvédelmet közelebb kell hozni a mezőerdőgazdaságból élőkhöz, az érintett településekhez, mert különben elfordulhat, hogy a természetvédelmet, a védettséget *„természetvédelemmel sújtott területként"* élik meg a gazdálkodók, illetve a települések lakói.

Például a *parlagfű irtása* is másképpen nézne ki, ha ijesztgetés, szankciók kilátásba helyezése helyett az allergiás megbetegedések prevenciójaként felszereléssel és hozzáértéssel rendelkező gazdálkodókra bíznák a mentesítést legalább vidéken.

Ez is jelzi, hogy a környezetfenntartó tevékenységnek nincsen gazdája, holott ez a gazdálkodók melléküzemi, közhasznú tevékenysége lehetne. De a mező-erdőgazdálkodástól szervesen elkülönülő természetvédelem is kínál – társadalmilag ésszerűbb – megoldásokat az agrárszférában tevékenykedők bevonásával.

A természetvédelmi területek is kitettek a klímaváltozás hatásainak, sőt egyeseket – például a vizes élőhelyeket – különösen érzékenyen érintheti a melegedés-szárazodás.

Talán felesleges, de azért célszerű megjegyezni, hogy a mező-erdőgazdaságban tevékenykedőknek is érdeke a védett területek megőrzése, nemcsak különleges, pótolhatatlan mivoltuk, hanem üzleti megfontolások, a természeti környezet és az agrártevékenységek összefüggései, kölcsönhatásai miatt is.

Területi megközelítésben a Nyugat-Dunántúli Régió az alábbiak szerint tagolódik:

Mezőgazdasági hasznosított területek	642,5 ezer ha
Erdő + nádas + halastó	347,7 ezer ha
Művelés alól kivett terület	177,6 ezer ha
Ebből:	
Nemzeti parkok	67,5 ezer ha
Tájvédelmi körzetek	25,6 ezer ha
Természetvédelmi területek	0,6 ezer ha
Helyi jelentőségű védett természeti területek	3,6 ezer ha
Egyéb (utak stb.)	80,3 ezer ha

Természetvédelmi, idegenforgalmi, tájtörténeti és környezeti hatását tekintve legjelentősebb a térségben lévő két nemzeti park: a *Fertő–Hanság Nemzeti Park* – amely Európa legnagyobb szikes tavához, a Fertőhöz kapcsolódik – melynek 23 588 ha területéből 7492 ha a fokozottan védett, és az *Őrségi*

Nemzeti Park, melynek 43 934 ha területéből 3104 ha a fokozottan védett.

A tájvédelmi körzetek két megyét érintenek: Pannonhalmi T. K. (7055 ha), Szigetközi T. K. (9158 ha), Soproni T. K. (4905 ha), Kőszegi T. K. (4200 ha) és a Sághegyi T. K. (235 ha).

A természetvédelmi területek szinte behálózzák az érintett régiót. Nevezetesen: Jeli arborétum T. T. (70,0 ha), Komáromi arborétum T. T. (20,0 ha), Körmendi park T. T. (3,8 ha), Keszthelyi Park T. T. (8,0 ha), Kőszegi tőzegmohás láp T. T. (3,8 ha), Nagycenki hársfasor T. T. (12,0 ha), Nemesmedves Történelmi Emlékhely T. T. (57,8 ha), Pannonhalmi arborétum T. T. (28,0 ha), Sárvári arborétum T. T. (9,0 ha), Soproni botanikus kert T. T. (16,0 ha), Szelestei arborétum T. T. (13,0 ha) és Zalakomáromi madárrezervátum T. T. (71,0 ha).

A helyi jelentőségű védett természeti értékek a vidéki vendéglátás, turizmus kellően ki nem használt színfoltjai, holott más érdekességekkel, eseményekkel összekapcsolva, vagy gyűrűbe szervezve üzleti lehetőséget kínálnak.

Helyi jelentőségű védett természeti érték található

Győr-Moson-Sopron megyében	47
Vas megyében	31
Zala megyében	87

Ezek térbeni elhelyezkedését – tekintettel szerényebb ismertségükre – és felsorolásukat is közöljük, erősítve ezzel is azt a gondolatot, hogy a mező-erdőgazdaságban ki kell bővíteni a hagyományos tevékenységi szerkezetet.

A biodiverzitás megőrzése a klímaváltozás káros hatásaitól nemcsak azért fontos, mert pótolhatatlan értékekről van szó, hanem azért is, mert feltételezhető, hogy a biodiverzitás fajgazdagsága és az agroökológiai potenciál között léteznek bizonyos összefüggések, kölcsönhatások. Ezek feltárása meglehetősen körülményes, ezért a továbbiakban *a biodiverzitás vizsgálatában Fekete Gábor – Varga Zoltán* magyarországi élőhely típusaiból – ami szám szerint 39 – indultunk ki. (4) Megvizsgáltuk a nagytájakban előforduló élőhelytípus mozaikokat (é. m.), amelyek a következők:

I. Dunai-Alföld	11 é. m.
II. Tiszai-Alföld	16 é. m.
III. Kisalföld	5 é. m.
Alföldi nagytájak	*32 é. m.*
IV. Nyugat-magyarországi peremvidék	9 é. m.
V. Dunántúli-dombvidék	16 é. m.
VI. Dunántúli-középhegység	15 é. m.
Dunántúli nagytájak	*40 é. m.*
VII. Észak-magyarországi-középhegység	18 é. m.

A felsorolásból látható, hogy a hegy- és dombvidéki területeken – az összes terület 36%-án – jóval változatosabb, erőteljesebb az élővilág sokszínűsége, amiben a nagyobb erdősültség, valamint a felszíni viszonyok, természetközeli állapotok megmaradása is jelentős szerepet játszanak.

A jövőben a klímaváltozás hatásai miatt is érdemes fokozottabb figyelemben részesíteni a *KvVM Természetvédelmi Hivatala* keretében elindított *Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszert,* amelyben 5 × 5 kilométeres mintavételi négyzetek hálózatára alapozva végeznek megfigyeléseket. A Rendszerben összesen *116 féle élőhelyet különböztetnek meg.* Ebből természetközeli élőhely 91, és erdő-, mezőgazdasági és egyéb élőhely 25.

Minden kétséget kizáróan igaz, hogy az „intenzív" szántóföldi hasznosítás csökkenti a természetes, pontosabban a természet-közeli területeket, így a biodiverzitást is. Csakhogy nem lehet megfeledkezni arról, hogy mindez a növekvő népesség élelmezése érdekében történik. Igaz azonban az is, hogy ezt a jelenlegi termelési és fogyasztási gyakorlatnál ésszerűbben lehetne megoldani a fenntarthatóság alapján.

A Riói Konferenciára (1992) készült nemzeti beszámoló is megemlíti, hogy 40

növény és 53 állatfaj kipusztult hazánkban, veszélyeztetett 1130 faj, az összes 2,5%-a. (12) Ezért is nagy figyelmet érdemel, hogy a mezőgazdaság nemcsak a mezővédő erdősávok, dűlőutak, árokpartok stb. *élőhelyeivel gazdagítja a biodiverzitást, hanem a fajtagazdagsággal is,* aminek a klímaváltozás kivédésében fokozódik a szerepe.

Egyébként 1970 és 2003 között a biodiverzitás megőrzésének kedvez, hogy a gyomirtók, rovarölők és egyéb szerek mennyisége 1985-től 2001-re 4,04 kg/haról 1,10 kg/ha-ra mérséklődött.

Hasonlóan kedvező folyamatok zajlottak le az állatfajok és fajták száma tekintetében. Megnő az „őshonosnak" nevezett állatfajták szerepe is, melyeket sikerült napjainkig megőrizni.

A Natura 2000 hálózat az ország területének 21%-át teszi ki. Ennek egy része nem védett terület, hanem rét, legelő, erdő, halastó. Kérdéses, hogy ezek gondozásával, klímavédelmével ki (kik), hol, hogyan foglalkoznak majd? Az is válaszra vár, hogy a Natura 2000 területei hogyan illeszkednek a mező-erdőgazdálkodáshoz, az ökO- vagy falusi turizmushoz, a védett területek rendszeréhez Nyugat-Dunántúlon. A hazai Natura 2000 területekkel Európa gazdagodott, de az előzőekre válaszolva elérhető, hogy a Nyugat-Dunántúlon élők is gazdagodjanak.

AZ ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIA

Az alkalmazkodási stratégia Nyugat-Dunántúlon sem más, mint a kellő biztonsággal előre nem látható eseményekre való tudatos felkészülés. Ezért csökkenthetők a váratlanságból, a meglepetésből, a felkészületlenségből és a bizonytalanságból eredő kockázatok, a különféle károk, és megalapozható a helyi lakosság, a különféle szintű döntéshozók, intézmények, szerkezetek reagáló képessége.

Az alkalmazkodási stratégia kidolgozásának célja az élhetőség megőrzése, a klímaváltozás káros hatásainak mérséklése, a megmaradás elemi feltételeit jelentő hazai természeti környezet, a természeti erőforrások, a biodiverzitás pusztulásának megakadályozása.

Az alkalmazkodási stratégiában a klíma és az időjárás várható változásaiként feltételezhető, hogy Nyugat-Dunántúlon is erősödnek

– *a mediterrán tájí jellegzetességek;*
– *az aszály jelenségei;*
– *az időjárási anomáliák gyakorisága és intenzitása.*

Czelnai Rudolf akadémikus nyomán az alábbiakban összegezhetők a várható változások: fokozódik a felmelegedés és szárazodás, az időjárás szélsőségesebbé válik, az ezekkel összefüggő természeti csapások gyakorisága és súlyossága nő, a változások gyorsak, drasztikusak.

Bartholy Judit professzor és társai elemzéseikben közlik, hogy már a 20. században a csapadék extrémitások növekedtek, a nagy csapadékú napok száma csökkent, de az egyszerre lehullott csapadék mennyisége nőtt, a hőmérsékleti extrémindexek melegedésre utaltak, a Kárpát-medencében valamennyi extrém hőmérsékleti paraméter erősen növekedő tendenciát mutatott.

A stratégia csak akkor érheti el célját, ha *megvalósítására a társadalom valamennyi rétegében felkészülnek.* Így a

– politikai szervezetek, állami intézmények;
– helyi politikusok, döntéshozók;
– települési és más önkormányzatok;
– vállalkozók, vállalkozások;
– állampolgárok.

A politikáé a felismerés, a kezdeményezés, a befolyásolás, a szemléletformálás felelőssége.

A politika előmozdíthatja, felgyorsíthatja a tudomány anyagi-szellemi erővé válását. Az US National Academy of Sciences (2002) megállapította, hogy a tudományos tények tudomásulvétele lassan megy végbe. A szemlélet elmarad a tudományos felismerések mögött, rögzítette a National Academy of Sciences Committe on Abrupt Climate Change (2002).

Az egyének, az önkormányzatok szerepe az egyéni, illetve helyi felkészülés, az ügy széles körű társadalmi támogatása és a helyi öntevékenység, önszerveződés elősegítése.

A különféle lehetséges károk megelőzésében, csökkentésében *naiv dolog mindent a politikától várni,* amire napjainkban is hajlanak az állampolgárok, valamint a vállalkozások, amint azt egyik felmérésünk (*Tenk Antal* professzor NYME Mosonmagyaróvár) is bizonyított.

A felmérés eredményeit *Tenk Antal* tollából az „AGRO-21" Füzetek 43. számában közöljük. (21)

A vállalkozások szférájában pedig a nagyobb piaci szereplők, tőketulajdonosok megnyerése és gyakorlati lépései a meghatározók.

A stratégia eredményes megvalósítása feltételezi az agrárgazdaság differenciált körülményeivel való számvetést! *A mezőerdőgazdaságra jellemző a tevékenységek sokfélesége, térbeni megjelenése, szétszórtsága, valamint sokszereplős jellege, a stabilitás iránti igény és a korlátozott rugalmasság.*

A tevékenységek, ágazatok (szántóföldi növénytermelés, gyümölcstermelés, juhászat stb.) sajátosságainak megjelenítése a stratégiában viszonylag egyszerű, mert ez közel áll az agrárszakemberekhez, a gazdálkodókhoz.

A térbeni differenciáltságban már közel sem ilyen jó a helyzet, mert itt az előzőekben vázolt többféle közelítést szükséges érvényesíteni az eltérő lehetőségek és érdekek miatt.

Célszerű arra is gondolni, hogy *erősíti a felkészülést, ha az alkalmazkodási stratégia egyes részletei kapcsolódnak a Nyugat-Dunántúli Régió, vagy az érintett megye, kistérség más programjához.*

Az alkalmazkodási stratégiában a válaszok között negatív és pozitív hatásokat indokolt számításba venni. Érthetően a negatív, káros hatások megelőzése, elhárítása elsődleges és általános. Ezen belül *a kétirányú – vagyis kétszeres hatású – megoldások számításba vétele* csökkentheti a társadalmi-gazdasági áldozatokat, valamint növeli az intézkedések hatékonyságát. Például a csapadékmegőrző talajművelés, vagy az altalajlazítók használata, amely belvizes és száraz körülmények között egyaránt eredményesen alkalmazható. Továbbá a felmelegedés hatására a késői érésű szőlőfajták, valamint a vörösborok aránya megnőhet, ami kedvezhet a hazai borok versenyképességének. Megváltozik az üveg és fólia alatti termelés esélye is. Egyes speciális, csapadékosabb termőhelyek, vagy vízben gazdag tájak felértékelődnek stb.

Az alkalmazkodási stratégia kritikus pontjai

(1) *Az élelmiszerellátás és termelés biztonsága a klímaváltozás egyik kritikus területe.* Magyarországon, ahol 100 évből 28 száraz, aszályos, ahol gyakori az aszályos évek egymást követő sorozata, vagy egy adott évben – például 2000-ben – aszály, belvíz, árvíz és fagykár együttesen fordul elő, ott a várható felmelegedés, szárazodás rendkívül élesen veti fel az élelmiszerellátás és termelés biztonságát, valamint az ebből élők anyagi helyzetét országosan és egyes régiókban. *A helyi stratégiában komplex megoldást célszerű előirányozni,* ami a fajtától, a fajtaválasztástól a talajművelésen, a biztosításon át a tartalékokig terjed.

Magyarországon ugyan még 2003-ban is megtermett az ország kenyere, de a várható szárazság és a hőség egyes területeken kritikussá teheti a termelést, a megélhetést. Kísérletek bizonyítják, hogy a felmelegedés, a nagyobb CO_2 hatására csökken a levélzet, nő a gyökérzet, csökken az asszimiláció, az oxigén kibocsátás és a CO_2 elnyelés. Valószínűsíthető a beltartalmi értékek módosulása is. A bel- és külpiacon valószínűen fellépő élelmiszerhiányok miatt is *rendkívül fontos a termelő kapacitások megőrzése!*

(2) *Minden kétséget kizáróan az alkalmazkodás másik kritikus területe az édesvíz, különösen az ivóvíz,* mert a rendelkezésre álló egészséges *édesvíz mennyisége rohamosan csökken az egész világon, értéke pedig drámaian emelkedik.* Nyugat-Dunántúl vízkészletei felértékelődnek, kincset érnek, ezért ennek óvására, ésszerű hasznosítására időben szükséges gondolni. A mező-erdő-gazdaságban, a vidéki lakosság körében az élelmiszerek, a takarmányok mellett a csapadék, az ivóvíz, az itatást és öntözést szolgáló víz meghatározó szerepet játszik az alkalmazkodásban, a túlélésben. Ezért a stratégiával is célszerű tudatosítani, hogy a termőtalaj hazánk legnagyobb víztározója – amit *Várallyay György* akadémikus folyamatosan hangsúlyoz – és szorgalmazni a csapadék megőrzését, a takarékos vízhasználatot, a vizek ismételt, többszöri felhasználását, a felszíni és felszín alatti vizek szennyezéstől való védelmét, a többcélú víztározók létesítését, a vizek duzzasztását és a víztakarékos biztonsági öntözés felkarolását.

Borhidi Attila akadémikus szerint a hazai növényzet harminc év múlva az anatóliai medencéhez hasonlít majd. Ennek bekövetkezése – véleményünk szerint – némileg elodázható, vagy a valószínűsíthető változások hatásai mérsékelhetők az időbeni alkalmazkodással, a csapadék tárolásával, a víztakarékossággal, az ésszerűbb vízhasznosítással és az öntözéssel.

(3) *Az aszály, a belvizek és árvizek vonatkozásában* a közelmúlt évek tanulságai élesen rávilágítottak az összefüggések komplex jellegére és az orvoslás lehetőségeire. A napnál is világosabbá vált, hogy *az árvízvédelemben* a gátak, valamint a levonuló víz magassága közötti versenyfutás nem lehet egyedüli megoldás, hanem a nagyvizi lefolyás gyorsítása, a nyári gátak részbeni-egészbeni elbontása, az öntés területek mezőerdőgazdasági hasznosításának megváltoztatása, víztározók létesítése, a nagyvizek „kiengedése" és a gátak gondozása, megerősítése, valamint a határokon kívüli vízgyűjtő területekkel való nemzetközi kapcsolatok erősítése jelenti együttesen a megoldást. Mindezt az időjárási anomáliák sürgetően vetik fel. Elegendő a közelmúlt kisebb-nagyobb árvizeire, talajcsuszamlásaira, helyi vízfolyások kiöntéseire, sárlavinákra, viharkárokra, a vetés-aratás nehézségeire emlékeztetni.

(4) *A szántóföldi növénytermelésben az alkalmazkodás kulcskérdése a csapadékmegőrzést, a szárazságot, a nagy csapadékot és a CO_2 kibocsátást egyaránt figyelembe vevő talajművelés, a ráfordítás : termőföld : hozam arányok* növekvő szerepe mellett. Nem cél a maximális termésátlagokra való törekvés, hanem a fenntarthatósággal, a termőhellyel és a klímával számolva *a ráfordítások és a hozamok közötti minél nagyobb különbség biztonságos elérése a kívánatos jövőbeni gyakorlat,* ami természetesen eltérő a kedvezőtlen, az átlagos vagy a jobb termőhelyeken. Ez a klímaváltozás körülményei között az EU-n belüli hatékonyság és versenyképesség egyik meghatározója is.

A klímaváltozás talajra gyakorolt hatásaival foglalkozik *Várallyay György* akadémikus tanulmánya. (22)

A szántóföldi növénytermelésben minden eddiginél meghatározóbbá válik a termőhelyi adottságokhoz és a növény igényeihez igazodó technológia, valamint technika, a szárazságtűrő fajták fokozott termelésbe

vonása, illetve nemesítése, külföldi fajták honosítása, az egyoldalú kalászos–kukorica vetésterületi arány csökkentése, a növénytermelési szerkezet aránymódosításai, kedvezőbb vetésváltási feltételek előmozdítása, a többcélú, a növényhez és a termőtalajhoz igazodó GPS, valamint a növény levélzetéről olvasó, gépre szerelhető tápanyaghiányt jelző érzékelő alkalmazása, a talajtakarás különféle módozatainak terjesztése, a szervestrágyázás, zöldtrágyázás fokozása mindmind a válaszadás fontos eleme. A melegedés, szárazodás érzékenyen érinti a tápanyagok visszapótlását is. A régebbi tápanyag visszapótlási ismeretek is felfrissítésre szorulnak.

Késmárki István – Kajdi Ferenc – Petróczki Ferenc kitűnő dolgozatában teljes körű áttekintést nyújt a klímaváltozás várható hatásaira adható válaszokról a Kisalföld szántóföldi növénytermelésében. (14)

(5) Az alkalmazkodásban *fontos cél és feltétel a gépesítésben jelentkező lemaradás pótlása, a gépstruktúra átalakításával párhuzamosan. A forgatásos talajművelésben* a váltvaforgató ekék, a réselt kormánylemezek, változtatható fogásszélességű gépek beszerzése, a szántással egymenetben végzett elmunkálás, az elektronika bekapcsolása (GPS stb.) a fontosabbak. *A forgatásnélküli* alapművelésben a kombinált nehéz kultivátorok, közép-mélylazítók, illetve nehéz tárcsás boronák és elmunkáló egységek széles körű alkalmazása kívánatos. *A magágykészítés és a vetés együttes végzésére* való felkészülés alapkövetelmény! Kívánatos a *mulcstechnológia* műszaki eszközeinek az elterjesztése is. A gépek csak a szükséges mélységben dolgozzanak a CO_2 emisszió érdekében is, amely csökkenő a szántás, középmélylazítás, kultivátorozás, tárcsázás eljárásokban.

Az elektronika alkalmazásában, a *Németh Tamás* akadémikus vezette NKFP pályázat keretében, úttörő munkát végzett a GPS alkalmazásban *Neményi Miklós* professzor és munkatársai.

(6) *A növényvédelem szerepköre is változik. Az eddigi tapasztalatok alapján várható, hogy új növényi és állati kártevők, gyomok jelennek meg hazánkban is.* Ezek a hagyományosokhoz képest agresszívebbek és tömeges megjelenésük is valószínűsíthető. (Jelzésértékű 2004-ben a gyapjas pille hernyóinak, a bóbitás bükkasszú, zöld karcsú díszbogár hadak kártétele.) Az alkalmazkodásban megnő a szaktudás, az előrejelzés, a szervezett szaktanácsadás, az összefogott és integrált növényvédelem, a korszerű technikai eszközök, valamint a tartalékolt védekezőszerek szerepe.

A növényi betegségek és állati kártevők elleni védekezésben a precíziós technika elterjesztése a cél, így csökkenthető a kijuttatott hatóanyag, vegyszer. A biológiai védekezés felkarolása is fontos teendő a felkészülésben.

A növényvédelem új kihívásainak válaszaihoz újabb eredményekkel járultak hozzá *Kuroli Géza* és *Czimber Gyula* professzorok és munkatársai. (15, 16)

(7) *Alkalmazkodási stratégia az állattenyésztésben.*

A klímaváltozás hatásai számtalan kérdőjelet vetnek fel az állattartásban, az állattenyésztésben, az állati termékek előállításában, a belföldi igények kielégítésében és az exportban. A válaszok sürgetőek és bonyolultak, mert a lecsökkent állatállomány, a naturális hatékonysági mutatók kedvezőtlen alakulása, a technikai-technológiai feszültségek, az elhanyagolt legelők jelzik a megoldásra váró feladatok összetettségét. Mindezt súlyosbították az utóbbi évek hőségnapjai és csapadékhiányai, melyek megviselték az állatokat, rontották a szántóföldi takarmányok és gyepek hozamait, valamint

minőségét, továbbá rávilágítottak az épületek, technológiák, valamint a takarmányozás hiányosságaira. A válaszadás, a megoldás lehetőségei sokrétűek, egy azonban biztos, hogy meleg és csapadékhiányos körülmények között *csak akkor lesz versenyképes a hazai állati termék előállítás, ha a kívánt fogyasztói-feldolgozói minőséget kedvező ráfordítás.hozam arányok mellett képesek a termelők előállítani.*

Magyarországon időszakonként éles viták zajlottak az állattenyésztés fejlesztési irányait és arányait illetően. A hazai éghajlati adottságok mellett a gabonára alapozott állattartásban általában kisebb volt a kockázat, mint a szálas-lédús takarmányokat fogyasztó állomány körében. *A meleg-száraz tendencia erősödése a gabonára alapozott állattartást kevésbé érinti hátrányosan, a fajlagos hozamok csökkenése és a takarmányok minőségének romlása ellenére. Számolni szükséges azonban a védekezés, megelőzés költségeinek emelkedésével* (árnyékolók építése, szellőztetés, szigetelés az állattartó épületekben, legelők, állattartó épületek és telepek fásítása stb.). Előtérbe kerül *a takarmánytermelés helyi adottságainak* maximális hasznosítása.

Ismeretes, hogy nemcsak a klímaváltozás hat az állattenyésztésre, hanem az állattartás is hat a klímára (elsősorban CO_2, N_2O, CH_4 kibocsátással). Ennek megfelelően a felkészülésben *a szellőztetés és a hőgazdálkodás* feltételeinek megteremtése is sürgető. Megnő *a trágyakezelés, a trágyatelepek* fontossága a keletkező gázok és a potenciális környezetszennyezés miatt. Korszerű építészeti elemekkel *az épületek és műtárgyak* megvédhetők a szélsőséges időjárás hatásai ellen. A meleg és szárazság miatt *a növekvő vízellátás* is feladatot jelent.

A gyepek ápolásában gyökeres fordulatot jelentene a csapadék befogadása érdekében ferdekéses lazítók, továbbá a gyepavar fellazítására és lehúzására, a gyepnemez szellőztetésére, a felszín egyengetésére alkalmas gépek beszerzése. *A legelők használatában* pedig a sávos legeltetés, az árnyékolt pihenő és itatóhelyek létesítése a kívánatos.

(8) *Kertészeti tevékenységek és a klímaváltozás.*

A légköri viszonyok szeszélyes változásai eddig is érzékenyen érintették a kertészkedők tevékenységét, annak eredményességét. Az időjárási események gyakoriságának és intenzitásának fokozódásával a kertészeti ágazatok időjárási kitettsége tovább erősödik, s ezzel nő a gazdasági kockázat, a versenyesélyek romlanak, ha csak időben felkészülve nem sikerül megelőzni a várható klímaváltozás hatásait. Ez utóbbiban jól hasznosítható az eddigi időjáráshoz való alkalmazkodásban szerzett tapasztalatok felelevenítése és hasznosítása. (Természetesen a klímaváltozásra való felkészülés nem homályosíthatja el a kertészeti tevékenységek gyönge pontjait, a piaci munka, a marketing hiányosságait stb.)

A légköri hatások egyes elemei, mint a korai és késői fagyok, a jégverés, a párás ködös napok, a nagyfokú lehűlés vagy felmelegedés, a lezúduló özönvízszerű eső, a szélvihar stb. eltérő károkat okoznak a gyümölcs-szőlő termelésben, a zöldség-, dísznövény-, gyógynövény-termelésben vagy az üveg és fólia alatti hajtatásban, de az közös, hogy a megelőzés és védekezés – *az ismeretek mellett – többlet ráfordításokat igényel, továbbá, hogy megnő a termőhely megválasztásának fontossága.*

A gyümölcstermelésben a felmelegedés valószínű kevesebb gondot támaszt, mint az időjárás szeszélyes változásainak erősödése. Igaz, hogy az elmúlt évek fagykárai mellé felzárkózott az aszály, és egyre nagyobb gonddá vált az öntözés hiánya, valamint megnőtt a fagytűrés, téltűrés és a káros hőhatások elleni védekezés jelentősége. Éppen ezért megnő *a termőhely és a fajtaválasztás, a művelési rendszer, a fagyvédelem, a jégkárelhárítás és természetesen az öntözés*

jelentősége. Ezekkel csökkenthető a kockázat és megőrizhető, sőt javítható a minőség. Elodázhatatlan készenléti technológiák alkalmazása az extremitások fokozódása miatt.

A szőlő-bortermelésben felhalmozott tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy a prognosztizálható felmelegedés mellett a szélsőértékek alakulása és a különféle anomáliák (szárazság, jég, fagy stb.) nagyobb szerephez jutnak a következő években. Megváltozhat a fajtaösszetétel, megnőhet a kései érésű fajták szerepe. A vörösborok aránya is emelkedhet a hőösszeg növekedésének hatására (érés, színanyag). Ez jó esélyt teremt a belföldi és az export vörösbor termelésének emelkedéséhez, a hazai borfogyasztás növekedéséhez a nyugat-dunántúli vörösborok minőségének fokozásához.

A zöldségtermelésben 15–20 faj termelése folyik nagyobb méretekben hazánkban, és 15–20 faj elő- vagy utónövényként játszik szerepet. Ezek biológiai igényei nagyon változatosak: melegigényűek, hidegtűrők, nagy vízigényűek és kevésbé igényesek. A jövőt illetően indokolt a termelési szerkezet arányainak módosítása a hidegtűrő fajták rovására, újabb fajták termelésbe vonása, az öntözés jelenlegi 25–30%-ról 80–85%-ra való növelése.

A zöldségtermelésben is fokozódik a komplexitás iránti igény: a termőhely, a faj- s fajtaválaszték, az öntözés, a növényvédelem, gondolva arra, hogy minden valószínűség szerint fokozódnak a fejlődési rendellenességek és a fiziológiai betegségek.

A gyógy- és aromanövények gyűjtésére és termelésére is érzékenyen hat a klímaváltozás. Hazánkban 180–200 gyógy- és aromanövény gyűjtése és termelése zajlik. 97 gyűjtött és 55 termelt faj vizsgálata alapján megállapítható, hogy a valószínűsíthető klímaváltozás a gyűjtött fajokat érintheti érzékenyebben, hiszen a termelt fajok körülményei többé-kevésbé befolyásolhatók. A változásokra eltérően reagálnak a fajok mind a biomassza, mind a speciális anyagok csökkenő mennyiségét illetően, de egyes esetekben a speciális anyagok felhalmozódásával is számolni lehet.

A dísznövény virágmagvak termelése hagyományos, fontos tevékenység. A nyugat-európai és óceániai hatású klimatikus körülmények között ugyanis szépen díszlenek a virágok, de nem érlelik be magvaikat. A hazai nemesítők mintegy 150 új *dísznövény* fajtát állítottak elő. A klímaváltozásra gondolva a jövőben a szárazságtűrésre, a betegségekkel szembeni ellenállásra és a tartós virágzásra való nemesítés a cél. Általában olyan dísznövények a perspektivikusak, amelyek a szélsőségekhez jobban képesek alkalmazkodni.

A díszfák-díszcserjék faiskoláiban és a területeken az aszály a páraigényes fajoknál már eddig is komoly károkat okozott, akárcsak a kemény telek. Ezek jelzésértékűnek tekinthetők. A hazai arborétumok – amiben Nyugat-Dunántúl gazdag – és botanikus kertek időjárási szélsőségekkel dacoló egyedei jelzik a felkészülés egyik lehetőségét, de a hazai dendroflórára, szélsőséges termőhelyekre alapozott nemesítés, valamint a mediterrán klíma növényvilága és az USA kontinentális területei nyújthatnak fogódzót a megoldások kereséséhez.

A kertészetekben szinte mindenütt sürgető a megújuló energiaforrások használatának, a takarékosabb vízfelhasználásnak, a természetes csapadék gyűjtési lehetőségeinek a műszaki megalapozása. A termesztő berendezések, az ültetvények vázszerkezetének megerősítése is megoldásra vár. A talaj felmelegedés csökkentése, a csapadék talajba juttatása, a talajtaposás, tömörödés, erózió, defláció mérséklése is a közeljövő feladatait jelentik.

(9) Az erdők és általában a zöldfelületek növelése *sokoldalú hatásuk miatt – CO_2 elnyelés, oxigén kibocsátás, árnyékolás, pára megőrzése, esztétikai hatások, a szelek mérséklése stb. – az alkalmazkodási stratégia semmi mással nem helyettesíthető. (A szántóföldi növények, rétek-legelők, gyümölcsösök, szőlők is zöldfelületek, jelentős oxigén kibocsátással és CO_2 elnyeléssel.) Mindez akkor*

is fontos, ha várhatóan csökken a zöldfelületek CO_2 elnyelése. Az erdők és a városi, vidéki zöldfelületek, az állami, magán, közületi tulajdonban lévő területek növelése, gondozása, többcélú hasznosítása összetett feladatokként jelennek meg a stratégiában.

Az USA-ban a nettó CO_2 elnyelés 1990-ben 983, 2001-ben pedig már csak 760 millió tonna volt, az összes elnyelt CO_2-nak 90,7%-át az erdőnek tulajdonítják.

Solymos Rezső akadémikus közli, hogy Magyarországon az utóbbi fél évszázad folyamán több mint 600 ezer ha új erdő létesült! Az erdők korosztályviszonyai megváltoztak. Jelenleg a fiatal korú faállományokra az évi fanövedék kulminációs időszaka a jellemző. Ez a széndioxid elnyelést illetően kedvező. Kiemelt jelentőségű ezért az, hogy a 21. évszázad első felére tervezett mintegy 800 ezer ha új erdőtelepítés megvalósuljon. Az utóbbi évek aszálykárai az erdőkben is súlyos károkat okoztak. A fiatalosokban és az idősebb állományokban is számottevő mértékben száradtak ki főleg a vízigényes fafajok. Jelentős mértékben elszaporodtak a biotikus kártevők is (pl. gyapjas lepke). Kérdésessé vált az „őshonos fafajok" jövőbeni helyzete. Módosítani célszerű – a természetvédelemmel egyeztetve – ezek további felkarolását ott, ahol az ökológiai viszonyok (hőmérséklet, aszály stb.) számottevően megváltoztak.

Faragó Sándor professzor tanulmányában közli, hogy Nyugat-Dunántúlon 91 700 ha erdősítését vették számításba. (23)

A felmelegedés és a szárazság előtérbe állítja a telepítésre kiválasztott termőhely adottságait és a fafajok megválasztását az erdősítés, fásítás végrehajtásában.

A szárazság már eddig is tetemes erdőpusztulást okozott. Zala megyében például egyes helyeken a bükkösökben 30–50%-os a pusztulás. A Duna–Tisza közén 1000 ha homoki tölgyes, borókás, nyáras pusztult vagy károsodott. Továbbá 16 000 ha mocsaras, lápos, láperdős, valamint 38 000 ha szikes gyep és tó károsodott jóvátehetetlenül.

Az erdőtelepítés, erdőfelújítás az energia célú szántóföldi fatermelés, valamint az épület és bútoripari és a tűzifa felhasználás határozott növelését célszerű szorgalmazni, amit EU támogatások erősítenek. A termőhelytől függően a nyár, akác, fűz hasznosítására kedvezőek a tapasztalatok. Fontos a telepítés, nevelés, kitermelés közötti arányok dinamikus egyensúlyának a megteremtése.

Magyarországon az uradalmakban már régebben is foglalkoztak a telepített fasorok közötti mezőgazdasági termeléssel, amit érdemes újból felkarolni, kedvező mikroklíma hatásai miatt is.

A mezővédő erdősávok – melyek zömmel a rendszerváltozást követő vidéki pénzhiánynak estek áldozatul – nemcsak a zöldfelületeket növelik, hanem a csapadék megőrzésében, a szelek mérséklésében, a párolgásban, a biológiai sokféleség rezervoár területként egyaránt fontos szerepet töltenek be, ezért gyors ütemű növelésük a stratégia fontos eleme. Sürgető a telepítések előkészítése, az anyagi-pénzügyi és területrendezési feltételeik megteremtése.

A stratégiában célszerű szorgalmazni *a mezőgazdasági termelés és az erdőgazdálkodás ismételt* összekapcsolását, a régebbi hazai gyakorlatnak megfelelően, amit az erdők államosítása szakított meg. Ez egyrészt fontos emelője az erdősítésnek, másrészt hosszabb távú foglalkoztatást, megélhetést nyújthat.

A stratégia megvalósításának döntő eleme az erdőgazdálkodás *üzemeltetési, fejlesztési viszonyainak,* valamint *az állami erdők* többcélú (haszon-, természet- és környezetvédelmi, valamint rekreációs célú erdők) hasz-

nosítása pénzügyi vonatkozásainak, továbbá *az erdőgazdasági és természetvédelmi erdők felügyeleti-irányítási* viszonyainak rendezése.

A stratégiában meghatározó és sokoldalú szerepet játszanak *az erdészeti, faipari szakemberek* a fakitermelés és fafeldolgozás korszerűsítésében, a hulladékok, valamint melléktermékek felhasználásában, a mezővédő erdősávok telepítésének és a városi, vidéki zöldfelületek (fasorok, cserjék, gyepek stb.) növelésének végrehajtásában.

A vadgazdálkodásban a vadállomány egyensúlyának megteremtése, a csemetekertek, a fiatal ültetvények és a mezőgazdaság *vadkárainak* csökkentése, *a vadászatban és a vadásztatásban* a vad–vadász–erdő–természet–környezetvédelem–mezőgazdaság eltérő igényeinek harmonizálása, a vadásztatás *infrastruktúrájának* fejlesztése, *újabb vadászati irányzatok* kibontakoztatása alkotják a stratégia ugrópontjait.

A vadgazdálkodás kérdéseivel behatóan foglalkozik *Faragó Sándor professzor.* (23)

Az erdőkben, völgyekben többcélú *víztározók létesítése, a sporthorgászat, üdültetés, pihenés, bemutató- és látványerdők, vadaskertek, vadbemutató* részlegek létesítése segíti az erdősítés-fásítás bővítésének társadalmi támogatottságát.

A műszaki feltételek megteremtésében a csemete előállítás, a telepítési technológiák, a faanyag energetikai hasznosításának gépesítése, továbbá az erdő- és bozóttüzek oltási technikái jelzik a legfontosabb feladatokat. Jelenleg a hazai megújuló energiafelhasználás több mint 70%-a a fából származik. A növekvő igények kielégítése érdekében megoldásra vár az energiaerdők betakarításának, aprításának, kérgezésének, brikettálásának gépesítése és a megfelelő tüzelőberendezések terjesztése.

(10) *A magánerdők létesítésének fontossága.* Az alkalmazkodási stratégiában több célt (bevételi forrás, klímavédelem, környezet átalakítása stb.) is szolgál a magántőke (beruházás, munkaidő befektetés a telepítésbe, ápolásba stb.) bevonása az erdősítésbe.

Az erdők magánosítása váratlanul érte a lakosságot, s az állami erdészeteket is, s így nem csoda, hogy sok volt az esetlegesség, de tény, hogy a hazai erdők 40%-a magántulajdonban található. Az erdősültség, az állami és magánerdők aránya, s a valamikori erdő-birtokossági stb. hagyományok, továbbá a gyengébb adottságú, vagy lejtős területek aránya vidékenként igen eltérő, ezért *a megoldások is változatosak lehetnek. Lényeg a magántőke, munkaerő bevonása, mert az állami források nem elegendőek, ugyanakkor a klímavédelem, a tájképi érték és más előnyök sürgetik az erdősítést!* Ennek érdekében településenként erdőtelepítési, fásítási programokat célszerű kimunkálni a vidékfejlesztés keretében.

A többcélú erdők telepítésében, ápolásában, hasznainak szedésében első helyen motiváló tényező (60%-ot meghaladóan) a remélt jövedelem, a jó befektetés, de figyelemfelkeltő, hogy megjelentek a mezőgazdasággal felhagyó erdőtelepítők is. Az új telepítések szolgáltatások igénybevételét is jelentik. (Tapasztalatok szerint 50%-ban.) A vizsgált magántelepítések 24%-a tölgy és 44%-a akác. Minderről részletesen beszámoltak *Andrásevits Zoltán – Schiberna Endre* tanulmányukban. (17)

(11) *A mező-erdőgazdaság, a természeti erőforrások és a klímaváltozás összefüggései.*

A mező-erdőgazdaság a természeti erőforrásokat hasznosítja. A természeti erőforrások pedig a természeti környezet emberi szükségleteket kielégítő része.

A klímaváltozás és az időjárás súlyosan károsíthatja a természeti környezetet, a természeti erőforrásokat. A mező-erdőgazdaság elemi érdeke ezek védelme. A felmelegedés, a csapadékhiány, az időjárási ano-

máliák gyakoriságának növekedése csökkenti ezek területét, a száraz talajok felszínét a szél károsítja, a lezúduló vízmennyiség pedig nemcsak a termőréteget mossa el, hanem a települést, a közlekedést, az épületeket, gépeket, berendezéseket is veszélyezteti. A mezőgazdaság változásokra való felkészülése nemcsak az élelmiszerellátás biztonságát, a termésfeleslegek előállítását, az exportot, hanem a mező-erdőgazdaság környezetének tájalkotó elemeink „újratermelését" is szolgálja.

A mezőgazdaságban tevékenykedők körében még mindig *nem tudatosult kellőképpen*, hogy *a „gondos gazda"* folyamatosan újratermeli a természeti erőforrások általa hasznosított részét, így *természetvédő, pontosabban környezetfenntartó szerepet tölt be,* miközben *elszenvedi* mások (ipar, közlekedés stb.) környezetszennyezését, s a fenntartható termelés elterjesztésével pedig *minimalizálhatja saját környezetterhelését.*

A jövő érdekében fontos annak tudatosítása, hogy a termőhelyi adottságok, a talajviszonyok, a biológiai erőforrások, valamint az ezeket hasznosító természetszerető szakember munkaereje és tőkéje viszonylag *jól kiszámítható feltételeket jelentenek,* míg *a légköri erőforrások rendkívül változékonyak, melyek hol kedvezően, hol kedvezőtlenül érintik a mező-erdőgazdaságot. Ezek a hatások az előzőekben vázoltakkal mérsékelhetők.*

A termelők, a falun élők mindig a *jó közepes évekért* fohászkodtak, mert az időjárás hatásaira bekövetkező nagy bőség, vagy nagy ínség értékesítési gondokkal, illetve megélhetési nehézségekkel járt.

Mindez aláhúzza, hogy a légköri viszonyok változékonysága miatt *egyidőben és komplex módon szükséges felkészülni – alkalmazkodási stratégiával – a klímaváltozás várható hatásaira, vagyis a bőséges és az ínséges évekre.*

Magyarország három nemzetközi egyezményhez csatlakozott 1992-ben, melyek a klímaváltozásról, az elsivatagosodásról és a biodiverzitásról szólnak. Mindhárom teljesülése szorosan összefügg a mezőgazdasággal, a természeti környezettel, és a fenntarthatósággal.

(12) *A környezetfenntartó szerepkör új és társadalmilag is hasznos tevékenységi kör.* A klímaváltozás hatásaira adható válaszok között – amint ezt a stratégia az előzőekben több helyütt is érintette – fontos szerepet kap a mező-erdőgazdasági tevékenység szerkezetének változtatása, régebbi tevékenységek felkarolása, újak bevezetése. Ezek egy része szorosan kötődik az agrárágazatok klímavédelmi szerepköréhez is.

A társadalom, a vidék érdekében szükségszerű és elkerülhetetlen *környezetfenntartó tevékenységi közcélú feladatkör* létrehozása a mező-erdőgazdaságban, a települések bel- és külterületeire kiterjedően. (Ezzel a parlagfű elleni küzdelem is megoldást nyerhetne.) Ennek fedezetét az önkormányzatok költségvetésében célszerű előirányozni. A tevékenység egyrésze közmunka keretében is elvégezhető, de számításba vehető a „lokálpatrióták", a „zöldek" önkéntes tevékenysége is. Ez utóbbiak jó működését az önkormányzat által vásárolt fűnyírók, permetezők és más eszközök „kikölcsönzése" segítheti.

A változó szerepkörben minden olyan termelő-szolgáltató tevékenység számításba jöhet, amely nem károsítja *a talajokat,* a felszíni és felszín alatti *vizeket,* nem szennyezi *a levegőt* és védi a *biodiverzitást.* Így például *talajvédelmi, természetvédelmi, vízvédelmi, tájvédelmi és levegő-tisztaság védelmi feladatok.*

A táj és a természeti környezet értékeinek megőrzésében, esetenként helyreállításában, különösen fontos a rend, *a hulladék* összegyűjtése, szállítása és feldolgozása, továbbá *a szennyvízkezelés helyi egyszerű megoldása.*

(13) *A klímavédelmet is szolgálja az alkalmazkodási stratégia!* A mező-erdőgazdaság klímavédelmi szerepe új megvilágításba

helyezi az agrárágazatokat, aláhúzva a tevékenység társadalmi, közcélú hasznosságát. A mező-erdőgazdaság klímavédelmi szerepe kétirányú: *egyrészt a káros üvegházhatású gázok elnyelésében, másrészt a káros kibocsátások csökkentésében jelenik meg.* Ennek tudatosítása azért is fontos, mert így a mező-erdőgazdaság alkalmazkodási stratégiájára fordítható anyagi források is más megvilágításba kerülhetnek.

(14) *Az alternatív energiaforrások szerepe növekvő!* Az előzőekben említett klímavédelmi lehetőségekkel is összefügg a mező-erdőgazdaság *helyi energiatermelésbeni szerepe.* Minden kétséget kizáróan rohamosan erősödik az energiaellátás gondja, emelkednek a költségei, szűkülnek forrásai. Ezért településenként, üzemenként, háztartásonként a tájhoz, természeti környezethez illeszkedő helyi alternatív energia előállítási programokat szükséges mielőbb készíteni, készíttetni, melynek hasznossága többirányú: helyi erőforrásokat hasznosító, költségcsökkentő, foglalkoztatást nyújtó, környezetvédő stb. lehet.

Ennek sajátos tartaléka, alapanyaga a mező-erdőgazdasági melléktermékek és hulladékok, melyek egyébként kárba veszve, környezetszennyezők is lehetnek. A lehetőségek tárháza gazdag (biodízel, bioszesz, tüzelés, gázosítás, biogáz, komposztálás stb.), de minden esetben a rávezetés, az ismeretek elsajátítása, az anyagi-műszaki feltételek támogatása segítheti a gyors áttörést. A háztartások önálló energiaellátó rendszere is már reális közelségbe került, s javul a napenergia hasznosítás hatásfoka is, valamint a szél, továbbá a kisebb duzzasztott vízfolyások energia célú hasznosítási lehetősége is. (A gázárak kompenzálására 70 Mrd Ft-ot irányoz elő a költségvetés, miközben a kézenfekvő mező-erdőgazdasági alternatív erőforrások hasznosítására nem készült program, és hiányzik ezek támogatása is.) Az előzőekben már érintettük a szántóföldi fatermelést, az energiaerdőt és a fasorok közötti mezőgazdasági termelést.

Érdemes megemlíteni, Nagy-Britanniában egy évtized alatt az elektromos energia igényük 15,4%-át megújuló forrásokból kívánják előállítani!

(15) *Az öntevékenység és szaktanácsadás szerepe a stratégiában.* A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás akkor járhat viszonylag gyors eredménnyel, ha az egyes települések saját környezetükre leképezik az általános és a nyugat-dunántúli stratégia helyi értelmezését, megoldásait és feltételeit. A települések, a közösségek *öntevékenységét* a stratégia szerves részeként célszerű előirányozni.

A szaktanácsadás az alkalmazkodási válaszok kidolgozásában új és fontos szerepet játszhat, mert míg országosan döcögős a tanácsadási gyakorlat, addig *Mosonmagyaróvár kitűnő eredményekkel dicsekedhet.* Ezért az alkalmazkodási stratégia megvalósítását a klímaváltozásra való felkészülést segítő *szaktanácsadó szakemberek* képzésével és alkalmazásával célszerű indítani.

(16) *A fenntarthatóság térnyerése az alkalmazkodás kulcseleme!* A fenntarthatóság *gondolkodás-, szemlélet-, élet- és termelési mód,* ezért általános elterjesztése a klímaváltozásra való felkészülés legfontosabb általános feltétele. A fenntartható mező-erdőgazdasági tevékenység azzal, hogy az elérni kívánt *gazdasági eredményeket harmonizálja a természeti erőforrások regenerálódásával és a terhelt környezet asszimilációs készségével,* egyaránt jól szolgálja a klímavédelmet, a káros hatások mérséklését és a természeti erőforrások „újratermelését".

A fenntartható agrár- és vidékfejlesztés egységes komplex és dinamikus rendszert képez, melynek főbb elemei: a fenntartható termelés és gazdálkodási rendszer, fenntartható vállalkozás, a fenntartható település és vidék. Az alkalmazkodási stratégia szorgalmazza a fenntarthatósági rendszer gyakorlati megvalósítását.

Az alkalmazkodási stratégia megvalósításának néhány feltétele

(1) *A megvalósítás feltételei között fontos szerepet játszik a biztosítási rendszer.* A jelenlegi biztosítási gyakorlat több irányban is átalakításra szorul országosan, míg helyileg egyrészt célszerű szorgalmazni, hogy a lakosok, termelők kössenek biztosítást időjárási károkra, másrészt szorgalmazni kellene Nyugat-Dunántúlon *önkéntes és önsegélyező társaságok* létrejöttét, harmadrészt meggondolandó egy *Nyugat-Dunántúli Biztosítási Alap* szervezése.

(2) *A helyi katasztrófavédelem megerősítése fontos szerepet játszik a klímaváltozások hatásainak kivédésében és ennek megfelelően fejlesztések szükségesek a változó feladatok ellátása érdekében.* Hazánkban az általában jól működő katasztrófavédelmet a mezőerdőgazdaság, a falusi települések, a vidék körülményeire is célszerű felkészíteni. A katasztrófavédelem ugyanis például viszonylag jól felkészült a városi tűzoltásra, de ez már nem mondható el a rétek, legelők, széna-szalma kazlak, erdők-bozótosok, falusi települések körülményeire, a vízellátás megoldásaira, a kidőlt fák, leszakadt vezetékek elhárítására, a sárlavinák elleni védekezésre, különféle műszaki feladatokra stb.

Az EU három alappillére – szabadság, igazságosság, szolidaritás – közül a katasztrófák alkalmából a szolidaritás és az igazságosság kerül előtérbe. A helyi stratégiában is ezt indokolt követni.

(3) *A kockázatelemzés szükségessége és elterjesztése.* A biztosítás, a katasztrófa elhárítás, az anyagi-műszaki feltételek egyaránt megkívánják a nemzetközi gyakorlatban elterjedt kockázatelemzési módszerek és rendszerek helyi alkalmazását. Ehhez nemzetközi tapasztalatok rendelkezésre állnak, és a NyME karai ebben úttörő munkát végezhetnek.

(4) *Az alkalmazkodási stratégia anyagi-műszaki feltételei.* A katasztrófavédelmen túlmenően a megelőzés, de főleg a kárelhárítás, kárcsökkentés és helyreállítás ágazatonként, városi és vidéki térségenként eltérő *műszaki feltételeket, felszereltséget, informatikai és logisztikai rendszert igényel,* ezért ezek részletes és összesített számbavételét, a többcélú hasznosítás lehetőségét is célszerű számításba venni, elkerülve a felesleges, párhuzamos beszerzéseket. Különös jelentőségűek *a kritikus infrastruktúra* védelme, anyagi-műszaki feltételeinek, valamint a mező-erdőgazdaságot is veszélyeztető *ipari katasztrófák* elhárítási, lokalizálási lehetőségeinek végiggondolása és a feltételek megteremtése.

A különféle élelmiszer, víz, gyógyszer, kötszer, egyéb *anyagtartalékok biztonságosan tárolt készletei* is szerves tartozékai az alkalmazkodás feltételrendszerének, a tárolás anyagi-műszaki vonatkozásai miatt.

(5) *Az alkalmazkodás érdekében az épületekben, az építkezésben is változások szükségesek.* A felmelegedő épületek nehezítik az élhetőséget, az emberek, állatok pihenését, károsodnak a tárolt termények, termékek, élelmiszerek, más anyagok, a meleg épület kisugárzó hatása mérsékli az éjszakai lehűlést stb. Ezért mind a lakó, mind az istálló és egyéb épületekben megnő a tájolás, árnyékolás, az önszellőztető megoldások, a hagyományos szigetelőanyagok ismételt felkarolásának jelentősége. A klímaberendezések ugyanis sem a lakóépületeknél, sem az istálló-knál nem jelentenek tartós megoldást a berendezések hatalmas energiaigénye és a kifújt forró levegő miatt. A lakó és gazdasági épületekben a tartószerkezetekben magasabb szilárdságú anyagok felhasználása szükséges, az épülethatároló szerkezetekben pedig megnő a hőszigetelés szerepe. Számolni kell a talajok, elsősorban az agyagtartalmú talajoknál, csapadékkiszáradás következtében előálló mozgásának rongáló hatásával, továbbá az eseti viharokkal, a szélnyomással, a szél szívó hatásával és az örvény-leválással. Általános szabályként szükséges mérlegelni a klímaváltozás anyagfáradásra gyakorolt hatását, valamint azt, hogy az épületek hamarabb tönkremehetnek.

(6) *A mező-erdőgazdaság és a vidék hoz-*

zájárulhat Magyarország energia függőségének enyhítéséhez, s ezzel párhuzamosan a káros emissziók csökkentéséhez, mint említettük.

Ismeretes, hogy a hazai elektromos energia 57%-át a háztartások használják fel, ami emelkedő tendenciájú. 2004-ben a vállalkozások energia-felhasználása 0,2%-kal, a háztartásoké 5,5%-kal növekedett. Nem jellemző az „energiatudatos" magatartás, az ésszerűnek többszörösét fogyasztják a háztartások.

A vidéki háztartásokban *a fa, szalma, szár, nyesedékek stb. tüzelésével, a trágya* (híg- és szilárd) és más szerves hulladékok *gázosításával* jelentős fosszilis energia takarítható meg, amihez megfelelő és viszonylag elérhető áron beszerezhető berendezések szükségesek. Vidéki házak *autonóm fűtési rendszereinek kialakítása* – 2–3 millió forint áldozattal – szintén stratégiai feladat.

Egy-egy 1,5 kilowattos rendszer napelemekből, szélkerékből, akkumulátor szekrényből állhat. A rendszer kombinálható biomassza égetésére és gázosítására alkalmas berendezéssel.

A vidéki lakások *födémszigetelésével, nyílászárók* javításával, szigetelésével, a házak, nyílászárók tájolásával szintén jelentős energia takarítható meg, ami csökkenti a háztartási kiadásokat és a kibocsátásokat.

A vidék, a mező-erdőgazdaság alternatív erőforrásainak feltárására és helyi hasznosítására indokolt programot kidolgozni és támogatást mellérendelni.

(7) *Az egészségügyi felkészülés, különös tekintettel a falvakra, a vidékre, fontos része a stratégiának, mert* az alkalmazkodási stratégia az ember életkörülményeinek védelmét szolgálja, melyben a klímaváltozás függvényében egyre inkább előtérbe kerül az egészségügy az elhalálozások, balesetek, betegségek stb. számának növekedése következtében.

A felmelegedés káros egészségügyi következményei már számszerűen is ismertek hazánkban. Ezek fokozódása reális veszély. Ezért szükséges a falvak, a vidéki lakosság körében megfelelő felkészítő munkát folytatni a helyes táplálkozásról, folyadékfelvételről, öltözködésről, magatartásról, de a városoktól eltérően szükséges annak megoldása is, hogy meleg időszakban kardiológusokhoz, télen baleseti sebészekhez hogyan juthat el a lakosság bajba került része?

(8) *A képzés nem nélkülözhető az alkalmazkodási stratégiában!* A városi-vidéki lakosság, a háztartások, gazdálkodók stb. felkészítésében a korszerű kommunikációra támaszkodó *ismeretterjesztés* játszhat meghatározó szerepet, melyek kidolgozott forgatókönyvek alapján, a lehetséges helyzetekkel, körülményekkel és megoldási lehetőségeikkel ismerteti meg a lakosságot.

A szaktanácsadás keretében, mint említettük, mielőbb kezdeményezni szükséges a klímaváltozásra való felkészülés, megelőzés, kárcsökkentés, kármentés stb. tudnivalóinak, feltételeinek, eljárásainak megismertetését.

Az oktatásban – valamennyi diszciplina szerves részeként – indokolt foglalkozni a klímaváltozás térbeni és az időjárás időbeni hatásaival, illetve az ezekre adható válaszokkal. Ez egyaránt követendő a földművelestanban, a növénytermelésben, a növényvédelemben, a gépesítésben, az ökonómiában stb.

A kutatásban az újabb nemesítési igények előtérbe állítását, az új körülményekhez igazodó fajok, fajták adaptálását, a növényvédelemben új kórokozók, kártevők és gyomok megjelenésére és elterjedésére, az állategészségügyben az állatok tűrőképességének változására és újabb betegségekre való felkészülést, a gazdasági feltételek és következmények, valamint a technikai-technológiai, társadalmi és szociális összefüggések számításba vételét – mint feltételt – szorgalmazza a stratégia.

(9) Nagyon fontos, hogy a Régióban *adott időben és helyen minden állampolgár, szervezet, döntéshozó tudja, illetve ismerje*

feladatát, kötelezettségét, felelősségét! Ennek eljuttatása, megismertetése, begyakorlása a stratégia eredményességének fontos feltétele.

(10) A jó alkalmazkodási stratégia tulajdonsága *a rugalmas alkalmazkodás*, a felismert változásokat követő *önkorrekció*. Ehhez természetesen emberek, szervezetek szükségesek, melyek meghatározott rendben figyelik a klimatikus és időjárási eseményeket, a hatásokat, ezek következményeit, megoldásait és ennek megfelelően finomítják a stratégia céljait, eszközeit, feltételeit. Ezért a feltételrendszer keretei között szükséges rögzíteni a figyelemmel kísérés folyamatának rendszerét, felelőseit, időrendjét stb.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) Mezőgazdasági Statisztikai Évkönyv, KSH, Budapest, 2002. – (2) KATZ K. – HEGYI J.: A Nyugat-Dunántúli Régió mezőgazdaságának földhasználati gazdaságszerkezeti jellemzői. Gazdálkodás, 2004. 4. sz. 81–89. o. – (3) A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. (Szerk.: Láng I. – Csete L. – Harnos Zs.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983. 265. o. – (4) LÁNG I. – BEDŐ Z. – CSETE L.: Növény, állat, élőhely. (In: Magyar Tudománytár 3. kötet. Főszerkesztő: Glatz F.) Kossuth Kiadó, Budapest, 2003. 591. o. – (5) VÁRALLYAY Gy.: Az agroökológiai kutatási program. „AGRO-21" Füzetek, Budapest, 2004. 37. sz. 5–23. o. – (6) CSETE L. – LÁNG I.: Agroökoszisztémák, regionálitás és biodiverzitás. „AGRO-21" Füzetek, Budapest, 2004. 37. sz. 186–205. o. – (7) GLATZ F.: A vidéki Magyarország jövője. Ópusztaszeren elhangzott előadás szerkesztett változata. Kézirat, 2005. március 29. 21. o. – (8) BORHIDI A.: Gaia zöld ruhája. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. (Szerk.: Glatz F.), Budapest, 2002. 331. o. – (9) CSETE L. – LÁNG I.: A fenntartható agrárgazdaság és vidékfejlesztés. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2005. 313. o. – (10) MEADOWS, D. – RAUDERS, J. – MEDOWS, D.: A növekedés határai, harminc év múlva. Kossuth Kiadó, Budapest, 2005. 318. o. – (11) ERDEI F. – CSETE L. – MÁRTON J.: Termelési körzetek és specializáció a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1959. 416. o. – (12) Nemzeti Beszámoló az Egyesült Nemzetek 1992. évi „Környezet és fejlődés!" Világkonferenciájára. Budapest, 1991. – (13) TARDY J. (szerk.): Magyarországi települések védett természeti értékei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1996. 663. o. – (14) KÉSMÁRKI I. – KAJDI F. – PETRÓCZKI F.: A globális klímaváltozás várható hatásai és válaszai a Kisalföld szántóföldi növénytermelésben. „AGRO-21" Füzetek 41. sz. 66–80. o. – (15) KUROLI G. et al.: Ökotoxikológiai és rovarmonitorozási vizsgálatok az agroökológia szolgálatában. „AGRO-21" Füzetek, 2004. 37. sz. 146–159. o. – (16) KUROLI G. et al.: A talaj és a drótférgek közötti interakció. „AGRO-21" Füzetek, 2004. 37. sz. 160–185. o. – (17) ANDRÁSEVITS Z. – SCHIBERNA E.: Magán-erőgazdálkodás a hazai mezőgazdasági vállalkozásokban. Gazdálkodás, Budapest, 2005. 2. sz. 28–37. o. (18) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z.: Nyugat-Magyarország éghajlati viszonyai és a kukorica. „AGRO-21" Füzetek, 2005. 43. sz. – (19) LÁNG I.: Bevezető gondolatok „A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az arra adandó válaszok" című MTA–KvVM közös kutatási projekthez. – (20) GÉCZY G.: Magyarország mezőgazdasági területe. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968. 307. o. – (21) TENK A.: Mintagazdasági menedzserek és önkormányzati tisztségviselők reagálásai a várható klímaváltozásra. „AGRO-21" Füzetek 43. sz. ...o. – (22) VÁRALLYAY Gy.: Klímaváltozások lehetséges talajtani hatásai a Kisalföldön. „AGRO-21" Füzetek 43. sz. 105–113. o. – (23) FARAGÓ S.: A klímaváltozás valószínűsíthető hatásai a hazai vadgazdálkodásra. „AGRO-21" Füzetek 43. sz. 87–104. o.

1. táblázat

A Nyugat-Dunántúli Régió megyéinek területe

	Ezer ha	%
Győr-Moson-Sopron megye	411,2	35,2
Vas megye	328,4	28,1
Zala megye	428,2	36,7
Együtt	1167,8	100,0

Forrás: (1)

2. táblázat

A Nyugat-Dunántúli Régió területének megoszlása művelési ágak szerint

	NYMR ezer ha	%	Országos ezer ha	%
Szántó	504,2	43,2	4516,1	48,5
Kert	10,1	0,9	97,8	1,1
Gyümölcsös	6,9	0,6	97,4	1,1
Szőlő	7,3	0,6	92,9	1,0
Gyep	114,0	9,8	1061,2	11,4
Erdő	336,1	28,8	1771,7	19,1
Nádas	11,4	0,9	60,4	0,6
Halastó	0,2	0,0	32,3	0,3
Művelés alól kivett terület	177,6	15,2	1573,8	16,9
Együtt	1167,8	100,0	9303,4	100,0

Forrás: (1)

3. táblázat

A művelési ágak arányai a Régió megyéiben

	Győr-Moson-Sopron	Vas	Zala
	megye, %		
Szántó	53,9	47,1	29,8
Kert+gyümölcsös+szőlő	2,2	1,9	2,1
Gyep	7,2	6,8	14,4
Erdő	18,4	27,9	39,5
Nádas+halastó	2,8	0,1	0,1
Művelés alól kivett	15,5	16,2	14,1
Együtt	100,0	100,0	100,0

Forrás: (1)

1. ábra

I. Dunai-Alföld
1. Duna menti síkság
2. Duna–Tisza közi hátság
3. Bácskai-hátság
4. Mezőföld
5. Dráva menti síkság

II. Tiszai-Alföld
6. Felső-Tisza-vidék
7. Közép-Tisza-vidék
8. Alsó-Tisza-vidék
9. Észak-alföldi hordalékkúpsíkság
10. Nyírség
11. Hajdúság
12. Berettyó-Körös-vidék
13. Körös-Maros köze

III. Kisalföld
14. Győri-medence
15. Marcal-medence
16. Komárom-Esztergomi-síkság

IV. Nyugat-magyarországi peremvidék
17. Alpokalja
18. Sopron–Vasi-síkság
19. Kemeneshát
20. Zalai-dombság

V. Dunántúli-dombvidék
21. Külső-Somogy
22. Belső-Somogy
23. Tolna-Baranyai-dombság
24. Mecsek–Mórágyi-rög

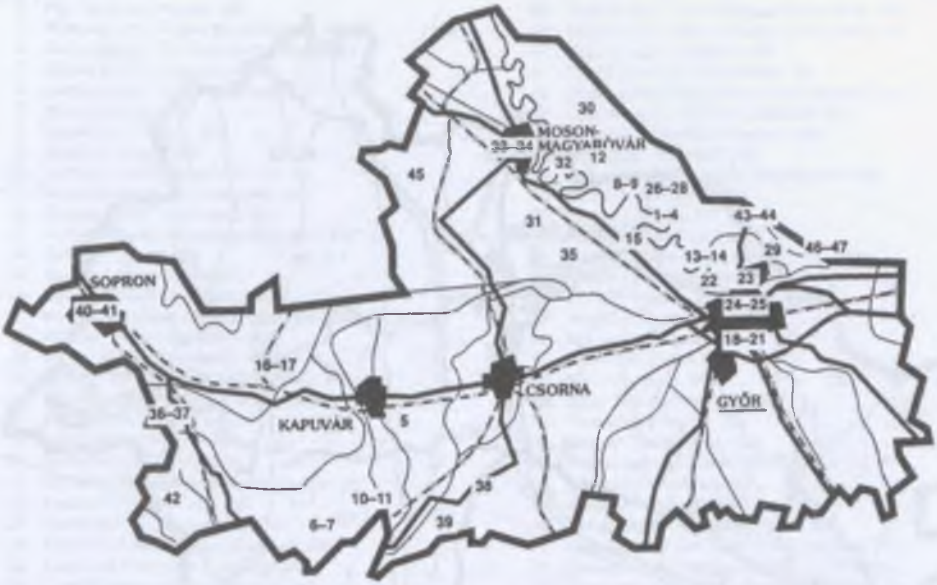
VI. Dunántúli-középhegység
25. Bakony-vidék
26. Vértes és Velencei-hegység vidéke
27. Dunazug-hegyvidék

VII. Észak-magyarországi-középhegység
28. Dunakanyar hegyvidéke
29. Nógrádi-medence
30. Cserhát-vidék
31. Mátra-vidék
32. Bükk-vidék
33. Heves–Borsodi-medence és dombság
34. Észak-borsodi-hegyvidék
35. Tokaj–Zempléni-hegyvidék

Magyarország nagy- és középtájai

Forrás: A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón (3)

2. ábra



1. Ásványtáró / Gyűrűs-ér melléke (Kucsárok, Varas-tó, Sárcsás-tó) *205*
2. Ásványtáró (Darnózseli, Hédervár, Lipót) Lipót-renyhei, Ásvány-tölösi, Bár-Duna-ér és a Bokrosi-ér felső szakaszának melléke *205*
3. Ásványtáró (Hédervár) / Ráró-vadaskerti erdő és a Bokrosi-ér alsó szakaszának melléke *206*
4. Ásványtáró (Dunaszeg) / Rári fekete nyárfa *206*
5. Babót / Kocsányos tölgyek *207*
6. Csáfordjánosfa / Répce-erdeje *207*
7. Csáfordjánosfa / Csáfordi fasor *208*
8. Darnózseli / Zseli erdő *209*
9. Darnózseli (Halászi, Puski) / Salamon-erdő és a Járói Duna-ág melléke *209*
10. Dénesfa / Fás legelő *210*
11. Dénesfa / Cziráky-kastély parkja *210*
12. Dunaremete / Platánfasor *212*
13. Dunaszeg / Hosszú-rétek és Gemes *212*
14. Dunaszeg (Győrladamér, Győrzámoly, Vámosszabadi) / Rókás, Csikórét, Feketék, Patkányos *213*
15. Dunaszentpál / Cinfarki legelő *213*
16. Fertőd / Esterházy-kastély parkja és erdeje *214*
17. Fertőd (Süttör) / Vadászház facsoportja, Hercegasszony-allé, Sírdomb *216*
18. Győr / Szitásdomb és Bálvány (Sárási motorva) *217*
19. Győr / Várkert *217*
20. Győr / Rákóczi utcai vadgesztenyefa *218*
21. Győr (Kisbajcs, Vének) / A Mosoni-Duna-ág bal parti ártere Győrtől a torkolatig *219*
22. Győrladamér / Régi kavicsbánya *220*
23. Győrújfalu (Győrzámoly, Vámosszabadi) / Remencei-Duna-ág-Szil-ága, Zámolyi Tölös, Lajma *220*
24. Győrzámoly / Nagy-Keréki-tó *221*
25. Győrzámoly (Nagybajcs, Vámosszabadi) / Száraz-Kalacs, Vörös-rét, Öreg-parlag, Szarka-ága *221*
26. Hédervár / Kont-emlékhely *222*
27. Hédervár / Hédervváry-kastély parkja *223*
28. Hédervár / Árpád-tölgyfa *223*
29. Kisbajcs (Nagybajcs) / Szőgyei Csápolnok és a Szevai-Duna-ág menti Nád-rét *225*
30. Kisbodak / Nagy-rét motorvapatkók *225*
31. Lébény / Kisalföldi gyertyános-tölgyes *226*
32. Lipót és Darnózseli / Lipót-darnóci vadgesztenyefasor *227*
33. Mosonmagyaróvár / Óvári Hálómtölgy *227*
34. Mosonmagyaróvár / Wittmann Antal-liget *228*
35. Mosonszentmiklós / Tiszafák *229*
36. Nagycenk / Szederfa (eperfa) fasorok *230*
37. Nagycenk / Széchenyi-kastély parkja *230*
38. Pál / Kisalföldi gyertyános-tölgyes *232*
39. Rábasebes / Széchényi-kastély parkja *232*
40. Sopron / Szíveslevelű gubóvirág és élőhelye *233*
41. Sopron / Erzsébet-kerti védett fák *234*
42. Sopronhorpács / Széchényi-kastély parkja *234*
43. Vámosszabadi / Kácsa-ága, Nagy-Barba-ér melléke *236*
44. Vámosszabadi / Vony-ága melléke *236*
45. Várbalog / Szedres-erdő és gyepek, Farkaskúti-erdő *236*
46. Vének / Aranykert *237*
47. Vének / Somos-erdő *238*

Győr-Moson-Sopron megye helyi jelentőségű védett természeti értékei

Forrás: (13)

3. ábra


7
14–16
85–86
51
ZALAEGERSZEG
87
20
11
70–82
21–22
12
69
KESZTHELY
19
67
17
23
24
10
25–27
3–6
8
1–2
55–60
68
53
54
13
30
LENTI
84
65
29
66
83
28
18
NAGYKANIZSA
52
61
32–50
31
LETENYE
9
62–64

1. Bak / Nénai öreg tölgyek *533*
2. Bak / Szelídgesztenyefa *533*
3. Balatongyörök / Feketa-hegyi fenyves *534*
4. Balatongyörök / Platán és gesztenyesor *534*
5. Balatongyörök / Szép-kilátó *535*
6. Balatongyörök / Vadgesztenyefák *536*
7. Batyk / Ősgyep *536*
8. Becsvölgye / Tölgyfa *537*
9. Belezna / Tölgyfa *538*
10. Bocfölde / Szelídgesztenyefa *538*
11. Boncodfölde / Szelídgesztenyefa *538*
12. Cserszegtomaj / Egzótakert *539*
13. Dióskál / Pogányvári szelídgesztenyefa *539*
14. Egervár / Ligetek *540*
15. Egervár / Pince-domb *540*
16. Egervár / Vadgesztenyesor *541*
17. Felsőszenterzsébet / Feketa gólya fészkelőhelye *541*
18. Fűzvölgy / Garmadabuckák *542*
19. Hévíz / Szanatórium parkja *542*
20. Kallósd / Kerektemplom és környezete *543*
21. Kehidakustány / Deák-kút és környezete *543*
22. Kehidakustány / Iskolapark *544*
23. Kerkafalva / Fás legelő *544*
24. Kerkakutasi / Fenyves *544*
25. Keszthely / Fenékpusztai feketefenyősor *545*
26. Keszthely / Helikon park *545*
27. Keszthely / Vadgesztenyesor *546*
28. Kiscsehi / Budafapusztai arborétum *547*
29. Lasztonya / Gímpáfrány élőhelye *548*
30. Lenti / Lentiszombathelyi tölgyes *549*
31. Letenye / Kastélypark *549*
32. Nagykanizsa / Ady út, Bécsi korzó *550*
33. Nagykanizsa / Batthyány utcai fasor *550*
34. Nagykanizsa / Csengery úti fasor *551*
35. Nagykanizsa / Csengery úti mamutfenyő *551*
36. Nagykanizsa / Deák tér *551*
37. Nagykanizsa / Eötvös tér *552*
38. Nagykanizsa / Erzsébet tér *553*
39. Nagykanizsa / Bajza utcai Gyermek- és Ifjúságvédelmi Intézet parkja *553*
40. Nagykanizsa / Izraelita temető *554*
41. Nagykanizsa / Károlyi-kert *554*
42. Nagykanizsa / Kossuth tér *555*
43. Nagykanizsa / MAORT-telep *555*
44. Nagykanizsa / Millenniumi sétakert *556*
45. Nagykanizsa / Palini általános iskola parkja *557*
46. Nagykanizsa / Palini szociális otthon parkja *557*
47. Nagykanizsa / Platánsor *558*
48. Nagykanizsa / Szurkosfenyves *558*
49. Nagykanizsa / Tripammer utcai temetőkert *559*
50. Nagykanizsa / Vécsey úti platánsor *560*
51. Nagykutasi / Szelídgesztenyefa *560*
52. Nagytécsa / Fás legelő *560*
53. Nemesnép / Fekete gólya fészkelőhelye *561*
54. Nova / Tölgycsoport *561*
55. Pölöske / Bükkös *562*
56. Pölöske / Kastélypark *562*
57. Pölöske / Lucfenyőcsoport *563*
58. Pölöske / Platánfák *563*
59. Pölöske / Pölöskei tó *564*
60. Pölöske / Tölgyfa *565*
61. Rigyác / Fás legelő *565*
62. Surd / Pihenőpark *566*
63. Surd / Platánsor *567*
64. Surd / Szelídgesztenyefák *567*
65. Tormafölde / Bükkös *568*
66. Újudvar / Csibiti-völgy *568*
67. Vonyarcvashegy / Szent Mihály-domb *569*
68. Zalaapáti / Iskolapark *570*
69. Zalacsány / Iskolapark *571*
70. Zalaegerszeg / Aranyoslapi-forrás *571*
71. Zalaegerszeg / Bíró Márton utcai platánsor *572*
72. Zalaegerszeg / Biológiai oktatókert *572*
73. Zalaegerszeg / Deák téri park *573*
74. Zalaegerszeg / Dózsa-liget *574*
75. Zalaegerszeg / Göcsej vendéglő kertje *574*
76. Zalaegerszeg / Landorhegyi úti platánfák *575*
77. Zalaegerszeg / Olai temetőben lévő hársfa *575*
78. Zalaegerszeg / Olai vasútállomás hársfái *575*
79. Zalaegerszeg / Platánsor útu platánfák *576*
80. Zalaegerszeg / Szent Erzsébet-hegyi szelídgesztenyefa *576*
81. Zalaegerszeg / Zrínyi úti platánok *576*
82. Zalaegerszeg / Azaleás-völgy *577*
83. Zalakomár / Ormándi kastélypark *577*
84. Zalamerenye / Szelídgesztenye-csoport *578*
85. Zalaszentgrót / Kastélypark *579*
86. Zalaszentgrót / Leánykökörcsin élőhelye *580*
87. Zalaszentgyörgy / Tölgyek *580*

Zala megye helyi jelentőségű védett természeti értékei

Forrás: (13)

4. ábra

1. Acsád / Kastélypark *487*
2. Acsád / Platánfasor *487*
3. Bejcgyertyános / Mária-Terézia-forrás *487*
4. Gencsapáti / Kastélypark *488*
5. Gór / Fekete nyárak *489*
6. Hagyfalu / Kastélypark *489*
7. Ikervár / Kockáslilom termőhelye *490*
8. Káld / Lajos-bükkök *490*
9. Kemenesmagasi / Csari molyhos tölgyes–borókás *491*
10. Körmend / Dobogó nevű erdőrészlet *491*
11. Körmend / Piramistölgy-fasorok *491*
12. Kőszeg / Chernel-kert *492*
13. Kőszeg / Fehér sáfányos terület *493*
14. Kőszeg / Platánia *493*
15. Kőszegdoroszló / Csarabos–borókás *494*
16. Nádasd / Csörnöc-patak menti ligetes láprét *494*
17. Nárai / Sárgalilom-élőhely *494*
18. Pereszneye / Kastélypark *495*
19. Rátót / Deák-tölgyek *495*
20. Rátót / Kastélypark *496*
21. Répcezentgyörgy / Kastélypark *496*
22. Sárvár / Több száz éves ártéri tölgyes *497*
23. Sitke / Királyné gyertyája élőhelye *498*
24. Szentgotthárd / Kolostorpark *498*
25. Szombathely / Bogáti kastélypark *499*
26. Tanakajd / Kastélypark *500*
27. Törnörd / Kastélypark *501*
28. Uraújfalu / Kocsányos tölgyes *501*
29. Vép / Kastélypark *501*
30. Zsennye / Kastélypark *503*
31. Zsennye / Ezeréves tölgy *504*

Vas megye helyi jelentőségű védett természeti értékei

Forrás: (13)

POSSIBLE PEDOLOGICAL EFFECTS OF CLIMATE CHANGES IN KISALFÖLD

By
VÁRALLYAY, GYÖRGY

The prognostication of the effects of global climate change in Hungary is difficult, because the Carpathian basin where the country lies is the meeting place for three major climatic zones (Atlantic, Mediterranean, Continental), whose influences frequently mix in time and space resulting in highly variable weather patterns. As the country's economy and life, potentials and limits of agriculture as well as the state of environment are largely a function of weather patterns we have to prepare for the forthcoming changes in good time with appropriate intervention-adaptation alternatives. International cooperation can effectively help domestic efforts.

Based on congruent domestic agricultural and water resource management investigations, appropriate methods and responses have to be developed for analysing and dealing with the direct (economic consequences in this country) and indirect effects (in other regions) of global climate change both at national and regional levels, because this is a fundamental condition of timely adaptation.

THE EXPECTED EFFECTS OF CLIMATE CHANGE AND RESOLUTIONS PERTINENT TO CROP PRODUCTION ON ARABLE LAND IN THE KISALFÖLD

By
KÉSMÁRKI, ISTVÁN – KAJDI, FERENC – PETRÓCZKI, FERENC

No quick climate change could be proven on the basis of investigations of fundamental weather elements (precipitation, temperature, aridity index, hours of sunshine). No doubt however the frequency of extreme weather conditions in the region, especially lack of sufficient precipitation increased since 1987. Precipitation deficiency combined with poor characteristics of local soil (thin layer of fertile soil, moderate level of nutrient yielding capacity, low organic content of soil) and low agro-technical levels cause loss of production, especially if increased temperature levels continue. If these conditions are coupled with increased frequency of extreme weather, primarily ecologically more sensitive, less fertile areas are damaged. The prevention of probable damages require complex preparations, whose elements are as follows:

1. Where the arable land is steeper than 15% change of agricultural branch is recommended; for example the establishment of energy forests or where the layer of fertile soil is too thin (less than 30 to 50 cm) or eroded or flooded from time to time it is expedient to turn it into grazing land by sowing perennial grass coupled with wexillary plants (clover).

2. The structure of crop production should be changed by reducing the proportion of plants requiring much water (potato, sugar beet); sorghum or durra could partially replace maize; poly-cultural structure would be recommended even in the case of small holdings ("standing on more than one foot" as protection against extreme conditions); plants improving the quality of soil should increased in proportions (vexillary plants, leguminous plants, "green fallow"); lea-lands must be eliminated.

3. In soil preparation operations ensuring the acceptance and storage of precipitation should be carried out in the 10th and 11th months and stubble clearing and caring cannot be omitted. Where possible soil should be prepared by mulching.

4. In fertilization the supplementation of organic matter should be increased in all forms; expertise in treatment, ripening and transportation of barn manure should be enhanced and the quantity of applied chemical fertilizers should be increased up to 200–240 kg/ha/year, ignoring naïve anti-chemical fertilizer sentiments.

5. For selecting species an increase in the number species research stations would help a lot; the output of wheat and maize species do not justify the cultivation of early species on too large a part of arable land set aside for them; in the case of species preferring warmth (maize, sorghum, soy, sunflower) if warm periods continue or get even warmer species that take longer to mature should be grown on greater part of arable land; special species should prepared for warmer and drier spells that can compensate for required fewer stems per unit area with higher production per plant (e.g. maize hybrids tending to produce multiple cobs per plant, cereals able to produce reels of ears); species should be hybridised for improved drought tolerance and good response to irrigation or species of this genre should be separately evaluated; the re-evaluation of certain aspects of strain categories should be considered (regional relevance), taking new aspects into account (special quality, irrigation reactions, production stability, adaptability).

6. Preservation of the capacity of natural water bases is fundamental in plant cultivation; the capacity of reservoirs should expanded to catch excess water forming intermittently; within a short period of time an irrigation capacity providing at least 100 mm/ha in the months of May, June and August should be established over at least 10 to 15% of arable land; water and energy saving irrigation system should be preferred, including the development of instrumentation for registering and predicting water management of soil-plant system; the separation of production stabilizing (supplementation of average precipitation) and output enhancing irrigation systems should be considered; once more an irrigation research establishment should be set up that would include at least three regional stations in the country; in weed control preparations have to be made for new epidemics of imported species; the spread of herbicide frugal and mechanical methods have to be accelerated.

7. With increasing frequency of extreme conditions the optimal period of certain work phases will have to be shortened (sowing, harvest), requiring in future increased machine capacity (sowing and harvesting machines, transportation); the catastrophic state of the so-called members' roads and chemical fertilizers associated with them will have to remedied.

8. Water reservoirs provide in part the water required for production; these can be replenished intermittently when brooks or rivers carry floodwaters; large fluctuations in production justify the expansion of reservoir capacity.

9. The data bases for agro-meteorological, chemical and physical soil examinations will have to be expanded and better integrated (standardised interpretation and dissemination of definitions, such as the aridity index, usable water capacity, nutrient content and nutrient providing capability of soil); these are part of the expertise required for production control and treatment; management of certain size of property or value of production should tied to professional qualification.

10. In case of climate change the exploitation of comparative ecological advantages in harmony with sustainability and profitability are more important than ever before (moderation of chemical inputs); increased frequency of extreme conditions justify the expansion of melioration (on the acidic soils of Rábaköz and Kemeneshát, on land above 300m altitude to reduce erosion damages, on the controlled side of rivers, water control on the fringes of Hanság); reconstruction of the net of countryside research stations would be of great help to profitable farming

INSECT-PLANT INTERACTION WITH RESPECT TO POSSIBLE CLIMATE CHANGE

By
BENEDEK, PÁL

Climate change affects the insect-plant interaction in a number of different ways. The main effect is expected to be an increase in the diversity and spread of pestilential insects while the number of pollinating insects will decline as will the entomophilous flora preventing the spread of entomophagous bugs, which in turn further enhances the spread of pestilential insects.

AGRO-TECHNICAL ASPECTS OF CLIMATE CHANGE

By
NEMÉNYI, MIKLÓS

Apart from species, hybrids and technology, agro-technical approaches will play a significant role in counterbalancing the effects of climate change, in preventing possible damages. A key task in the process of getting ready for climate change is the development of adaptative and sustainable soil preparation and its technical conditions. This is particularly important, because in the past decade and a half the standard of soil preparation deteriorated, unfavourably affecting water supply to the plants (due to decreased permeability and water retention) and weed suppression.

Soil preparation suitable for arid conditions is well known and its means are available. There are a number of reasons why it is not widely in this country including lack of capital, lack of appropriate expertise and continuous monitoring of numerous parameters, diminishing carbon content of soil and increased danger of erosion. Particulate composition and prevention or cessation of soil compaction plays an increasingly significant role in counterbalancing climate change. The estimation of soil characteristics such soil compactness, soil

moister content and permeability will increase as will the application of various methods of estimation. Therefore it is advisable to acquire the methods of up-to-date soil preparation and appropriate tools (system of instruments developed by Jóri, J. István, the plough designed by Fenyves, László, etc).

A method developed by the NyME MÉK Agrárműszaki, Élelmezésipari and Környezettechnikai Institute for increased efficiency of furrow irrigation may help a wider application of irrigation. Up-to-date techniques and technology will facilitate increases in the application of liquid manure and the role of composting. Without any doubt precision agricultural production based on a system of technical conditions and GPS technology offers a novel and effective method for the prevention of the harmful effects of higher summer temperatures and lack of precipitation associated with climate warming. This system has been studied in the Institute of NyME MÉK within the NKFP project and significant progress has been made, for example in determining locality specific soils compactness.

CLIMATIC CONDITIONS IN WESTERN HUNGARY AND MAIZE

By

VARGA-HASZONITS, ZOLTÁN – VARGA, ZOLTÁN

Western Dunántúl or Western Hungary is the wettest and coolest area of our country. An investigation of this area is extraordinarily important from the point of view of climatic variability (climatic fluctuation) and possible climatic change. The conditions of temperatures and precipitations in the area were characterised on the basis of data collected during the 20th Century. The wet and cool character of the region is displayed in the diagrams.

Of the meteorological factors affecting plants water (wetness), radiation and air temperature are of fundamental importance. However, their effects on such life signs as growth and productivity vary.

The effect of meteorological factors on the development of maize is determined in several steps. First the authors investigated the strength of the effect of various variables within the framework of sensitivity tests. Thermal factors (temperature and radiation) have been found to have the greatest effect on the development of plants. The role of wet factors was considerably weaker. The complex investigation based on multiple factors was therefore based on the thermal variables. As these factors are interdependent the results of complex evaluation were expressed in terms of indices. The photothermal index constituted from the temperature and sunshine variables was found closely related to the rate of maize development. Similarly there was a close relationship between the radiothermal index and the length of growing season.

Even though Western Hungary is the wettest area of the country, the production output of maize reacts sensitively to the year-to-year fluctuation of wetness that the authors studied by the precipitation-evaporation index indicating the relative water balance. Our investigations have shown that those years are favourable for the production of maize in Western Hungary when the amount of precipitation during the vegetation period compensates for more than 60% of water loss due to potential evaporation, but the amount does not exceed potential evaporation by more than 10%.

CLIMATE CHANGE, CARBON FIXATION AND INSTABILITY OF FOREST COVER

By
MÁTYÁS, CSABA

Forests play a very significant role in carbon fixation, but soil is the component, which functions as the final sink for carbon by accumulating dead organic or humus material. Biomass accumulating on ground surfaces binds carbon only temporarily. Therefore the strategic aim is to plant forests for as much carbon binding capacity as possible. The industrial utilization of wood produced in these economy forests is also important, because furniture manufacture or permanent wooden structures are a useful route to carbon fixation. It should be emphasized that the utilization of the entire output of a forest should not be permitted or the age of trees to be harvested should be increased.

It is generally considered that because of climate change zonal vegetation belts, primarily forest belts shift within the framework of natural succession. These natural processes cannot succeed in Europe, because the entire European countryside (forests and fields alike) is under man's control and in any case such a shift is far too slow compared with the rate of climate change. The rate of natural migration of tree species is a magnitude slower than the rate of change.

Changes in the composition of vegetation in the case of forests means the loss of certain tree species. Already we have examples of unexpected death of trees en mass caused by extreme climatic events, weather anomalies.

THE PROBABLE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON DOMESTIC GAME MANAGEMENT

By
FARAGÓ, SÁNDOR

With respect to future scenarios of domestic game management, climate change may affect the size and population dynamics of game reserves but we can only estimate the actual impact of climate change on game stocks to a very limited extent. In case if climate warming brings about persistently unfavourable changes in hydrological resources, the living sphere of water game will be reduced, especially their nesting places.

In case of migratory and wintering birds it is not necessarily a reduction in territory that presents the danger, but the strongly labile, hence unfathomable nature of water tables. Uncertainty will encourage migratory birds so far choosing the Pannon region to change their route of migration and wintering area.

Wild field animals will abandon extremely arid areas. Increases in irrigation to compensate for lack of precipitation will endanger wild fowls. Therefore grazing fields of the highest value requiring the most irrigation water will be the least favourable for wild fowls, whereas areas of low value will be relatively more favourable.

In critical cases not even irrigation can compensate for lack of precipitation or economically it makes no sense in carrying the cultivated plant of choice. In such cases crop structure may have to be changed or the land may be taken out of crop production altogether and used

as grazing fields or forestry. In the latter case grazing fields free of technological pressure will favour small game and forestation will benefit large game (windbreaks or mosaic crofts will serve small game). Reduction in arable land area reduces the agricultural risk factors for small field game as well as for coexisting protected species.

The change in forest areas upon climate warming will probably not affect unfavourably the quantity of large game appropriate to that forest, but perhaps the quality of trophy may improve. Any effects that cannot be forecast will be in any case compensated many fold by the pending implementation of national reforestation program.

It is our conviction that any deterioration in the state of environmental due to climate change can only be alleviated by ecological means. That is compensation for the development of unfavourable conditions can only be attempted by environmental management intervention.

REACTIONS OF MODEL FARM MANAGERS AND LOCAL GOVERNMENT OFFICERS TO THE EXPECTED CLIMATE CHANGE

By
TENK, ANTAL

The basic concept of the questionnaires respondents were asked to complete was the same, but in detail there were differences because of the differing background of respondents. Having analysed the answers by the same method the following conclusions can be made.

In the last five years most respondents noticed distinct signs of climate change, primarily warmer than average summers and considerably less than average precipitation per annum or per growing season. Especially managers of model farms highlighted the climate sensitivity of agriculture, and nearly 50% of local government officers emphasised the climate dependence of people's living conditions. Climate (weather) affects the economic performance of agricultural activities in a model farm primarily by influencing production output. On settlements the decline of water levels in wells, increases in water consumption and dwindling aquifers were considered to be the most important consequences of climate change.

Despite anomalies observed during the past five years only a small proportion of respondents thought that the climate could definitely alter within 5-10 years.

Familiarity with data concerning climate change was poor to moderate in both groups of respondents participating in the survey. They thought the acquisition of necessary information required 5-10 years to attain.

Most respondents judged preparations for the expected climate change as necessary. Opinions were strongly divided however on who should have the leading role in these activities (institutions or organisations). Most participants emphasised the role of government (ministries), scientific institutions and individuals.

There was nearly full consensus that preparation for climate change should start without delay. Of the tools of preparation inquiry and information is on the top of the list. Many respondents highlighted also the importance of training, dissemination of information and social care. Of the respondents none had a strategic plan for preparing for climate change, but 18 of 26 local governments intend to make such plans.

Of the tools of preparation applicable long term, the role of training schedules, regular

dissemination of information, development of irrigation systems, storage (of drinking water, fodder, energy) and continual updating of skills are emphasised.

Of the dangerous consequences of climate change permanent water shortage, failing crops (reduced production output) and the destruction of biodiversity were highlighted.

When preparing for climate change most local governments envisage paying special attention to the inhabitants, drinking water reserves, energy, safety of foodstuffs and to the fauna and flora. Training and dissemination of information lead the lists of priorities in preparing for climate change. Untrained and unprepared people cannot get ready for climate change. Therefore professionals engaged in science and education carry an enormous responsibility at all levels!

REVIEW OF THE ADAPTATION STRATEGY OF WESTERN-DUNÁNTÚL AGRICULTURE TO CLIMATE CHANGE

By
CSETE, LÁSZLÓ

The Western Dunántúl agriculture and forestry lies within 3 counties, 22 regions, 2 agro-ecological districts and, within these, 7 mid-regions. The spatial situation is further differentiated by a web of 2 national parks, 5 areas of outstanding beauty and a number of protected nature areas of national and local significance. The climate sensitivity of these areas varies and probable climate warming, dehydration, and extreme weather phenomena may bring about various harmful effects, damages and in some cases irreversible damages.

Investigations of Western Dunántúl indicate that while the agro-ecological characteristics of the region during the last decades did not change remarkably, the structure of utilization altered considerably. Presumably during the next decades both these characteristics will change. The sufficiency ranking of mid-regions not adapting to climate change will also alter with declining agro-ecological potentials due to warming and dehydration.

The adaptation strategy and conditions of establishment developed for the above area, its smaller units, settlements and enterprises serve the prevention of undesirable effects, the reduction of risk factors arising from uncertainty and avoidance of chaos due to unexpected phenomena. The key elements of adaptation strategy: the preservation of capacity for foodstuffs production, protection water reserves and its economic use, the reformation of the structure of land utilization, local solutions to climatic problems. Of the important conditions for implementing the strategy, preparations for training and counselling is fundamental and so is the strengthening of protection against catastrophe taking local attributes into account, the adaptation of heath service to climate change and the safe accumulation of various reserves.

CONTENTS

STUDIES

SZÁMUNK SZERZŐI

Benedek Pál, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Környezettudományi Intézet Állattani Tanszék egyetemi tanára (9200 Mosonmagyaróvár, Vár 4., Tel.: 96/566-638, Fax: 96/566-610, E-mail: benedek@mtk.nyme.hu)

Csete László, az „AGRO-21" Kutatási Programiroda vezetője, c. egyetemi tanár (1061 Budapest, Andrássy út 23. Tel./Fax: 342-7571, E-mail: csetel@mail.datanet.hu)

Faragó Sándor, a NyME rektora, az Erdőmérnöki Kar Vadgazdálkodási Intézet egyetemi tanára (9400 Sopron, Ady Endre u. 5., Tel.: 99/518-344, Fax: 99/518-350, E-mail: farago@emk.nyme.hu)

Kajdi Ferenc, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Növénytermesztési Intézet Genetika és Növénynemesítés Tanszék egyetemi docense (9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8., Tel.: 96/566-748, Fax: 96/566-610, E-mail: kajdif@mtk.nyme.hu)

Késmárki István, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Növénytermesztési Intézet Növénytermesztéstani Tanszék egyetemi tanára (9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8., Tel.: 96/566-664, Fax: 96/566-610, E-mail: kesmarki@mtk.nyme.hu)

Láng István, akadémikus, kutatóprofesszor, Magyar Tudományos Akadémia (1051 Budapest, Arany J. u. l., Tel.: 269-2656, Fax: 269-2655, E-mail: ilang@office.mta.hu)

Mátyás Csaba, akadémikus, a NyME Erdőmérnöki Kar Környezettudományi Intézet egyetemi tanára, intézetigazgató (9401 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Tel.: 99/518-395, Fax: 99/329-840, E-mail: cm@emk.nyme.hu)

Neményi Miklós, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete Élelmiszeripari Gépek, Műveletek és Környezettechnikai Tanszék egyetemi tanára (9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2., Tel.: 96/566-635, Fax: 96/566-641, E-mail: nemenyim@mtk.nyme.hu)

Petróczki Ferenc, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Növénytermesztési Intézet Növénytermesztéstani Tanszék egyetemi tanára (9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8., Tel.: 96/566-690, Fax: 96/566-610, E-mail: petro@mtk.nyme.hu)

Tenk Antal, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Gazdaságtudományi Intézet Agrárgazdaságtani és Marketing Tanszék egyetemi tanára (9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2., Tel.: 96/566-634, Fax: 96/566-647, E-mail: tenka@mtk.nyme.hu)

Varga-Haszonits Zoltán, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Matematika-Fizika Tanszék professor emeritusa (1181 Budapest, Margó T. u. 82., Tel.: 292-2101, E-mail: vargahz@mtk.nyme.hu)

Varga Zoltán, a NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Matematika-Fizika Tanszék egyetemi adjunktusa (9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2., Tel.: 96/566-677, Fax: 96/566-610, E-mail: varzol@mtk.nyme.hu)

Várallyay György, akadémikus, az MTA TAKI kutatóprofesszora (1022 Herman O. u. 15., Tel./Fax: 356-4682, E-mail: g.varallyay@rissac.hu)