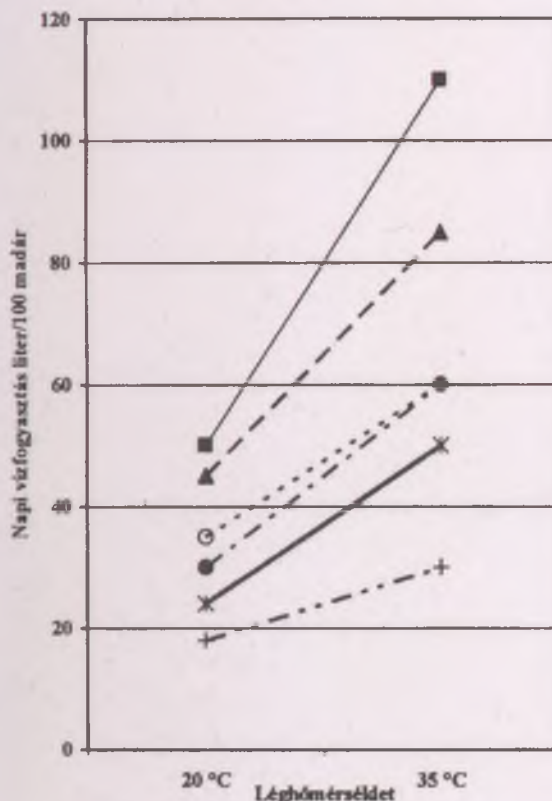


"AGRO-21" Füzetek

KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

A TARTALOMBÓL

Különböző korú baromfifajok
vízfogyasztása eltérő hőmérsékletű környezetben



—■— Pulykakakas, tenyészt —◆— Kacsa 8 hetes
-▲- Pulyka 18 hetes -*— Brojler 6 hetes
-○- Lúd 12 hetes -+— Tojó tyúk 90% term.

Forrás:
Körösiné et al. tanulmánya

Klíma­változás
és a kalászosok
stressztűrő-képessége

Az aszálykár mérséklése
alanyfajták
megválasztásával
a hegyvidéki
szőlőtermesztésben

Szélsőséges nedvességi
értékek
agroklimatológiai elemzése

A klíma­változás befo­lyása
a mező- és erdőgazdálkodás
gépesítési feladataira

Klíma­változás
és erdőgazdálkodás

Madarak
hőtűrő-képességének javítása
és a hőstressz csökkentése

Gyepnövény-fajok
szárazságtűrése
a betakarítási idő
függvényében

Írásban küldött
hozzászólások

2005. 46. szám

„AGRO-21” FÜZETEK
KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

“AGRO-21” BROCHURES
CLIMATE CHANGE – IMPACTS – RESPONSES

„AGRO-21“ HEFTE
KLIMAÄNDERUNG – AUSWIRKUNGEN – LÖSUNGEN

«АГРО-21» БРОШЮРЫ
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА – ВЛИЯНИЯ – ОТВЕТЫ

SZERKESZTI:
CSETE LÁSZLÓ
c. egyetemi tanár

KIADJA:
AZ „AGRO-21” KUTATÁSI PROGRAMIRODA
1061 Budapest, Andrásy 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

<i>Veisz Ottó – Bencze Szilvia: Klímaváltozás és a kalászosok stressztűrő-képessége</i>	3
<i>Diófási Lajos – Biróné Toma Gizella – Csikászné Krizsics Anna – Khidhir Kinan Mohamed: Az aszálykár mérséklésének lehetősége az alanyfajták megválasztásával a hegyvidéki szőlőtermesztésben</i>	18
<i>Varga-Haszonits Zoltán – Varga Zoltán – Lantos Zsuzsanna – Enzsölné Gelencsér Erzsébet: Az 1951–2000 közötti időszak szélsőséges nedvességi értékeinek agroklimatológiai elemzése</i>	26
<i>Jóri J. István – Fenyvesi László – Hajdú József – Horváth Béla – Wachtler István: A klímaváltozás befolyása a mezőgazdasági és erdőgazdálkodási technológiák gépesítési feladataira</i>	38
<i>Tasnády Péter: Klímaváltozás és erdőgazdálkodás</i>	56
<i>Körösiné Molnár Andrea – Nógrádi Judit – Varga Sándor – Podmaniczky Béla – Gerendai Dóra – Szabó Zsuzsa: Madarak hőtűrő-képességének javítása és a hőstressz csökkentésének lehetőségei a baromfitartásban</i>	67
<i>Tasi Julianna: Néhány pázsitfű és pillangósvirágú gyepnövény szárazságtűrése a betakarítási idő függvényében</i>	81

HOZZÁSZÓLÁSOK A REGIONÁLIS SZAKÉRTŐI VITÁKHOZ

<i>Kozma Attila: A biztosítók szerepvállalása a kármegelőzésben és -enyhítésben</i>	88
<i>Bóka János: Hozzászólás a VAHAVA projekt előzetes összefoglalójának miskolci vitájához</i>	89
<i>Novák István: Klíma és településrendezés</i>	90
<i>Wantuchné Dobi Ildikó: Hozzászólás a veszprémi regionális vitához</i>	91
<i>Sámi Lajos: Javaslatok az előzetes összefoglalóhoz</i>	92
<i>Ronczuk Levente: Hozzászólás a pécsi regionális vitához</i>	92
Summary	94
Contents	99

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A KALÁSZOSOK STRESSZTŰRŐ-KÉPESSÉGE

VEISZ OTTÓ – BENCZE SZILVIA

ÖSSZEFOGLALÁS

Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének fitotronja egyedülálló lehetőséget teremt a növények stressztűrő-képességének kutatására. A fitotron klímakamráiban a növényi élet számára fontos környezeti tényezők szabályozhatók és a kísérletek programozhatóan és reprodukálhatóan végezhetők. A fitotron üzembe helyezése óta vizsgálják a fagyállóság és a szárazságtűrés genetikai és élettani hátterét. A '90-es évek elején kutatások kezdődtek a klímaváltozás hatásainak tanulmányozására is azzal a céllal, hogy meghatározzák a várható klímaváltozás hatását a kalászos gabonák fejlődésére és termelésére. A térségünkre előre jelzett változások, mint például a légkör növekvő CO_2 koncentrációja, az átlaghőmérséklet emelkedése, a szélsőségesen magas hőmérsékletű (hősokk) napok számának növekedése és a csapadék mennyiségének csökkenése következményeit először külön-külön, majd a környezeti tényezők együttes változásának hatásait elemezték. Vizsgálták a hőstressz tűrőképesség alakulását növelt légköri CO_2 -koncentráción, valamint eltérő tápanyag ellátottsági szinteken, melynek eredményeiből az alábbi következtetések vonhatók le.*

- A hőstressz a növények korai kényszeréréséhez vezetett, ennek következtében csökkent a biomassa és a termés mennyisége.

- A szemeteltődés időszakában fellépő hőstressz terméscsökkentő hatása magasabb nitrogén ellátottsági szint mellett relatíve nagyobb mértékű volt, mint szerényebb tápanyagszinten.

- A megnövelt légköri CO_2 -szint részben, vagy teljes egészében mérsékelte a hőstressz biomassa- és termésmennyiséget csökkentő hatásait.

- Alacsony nitrogén ellátottság mellett a légköri CO_2 -szint emelésének biomassa- és terméshozam növelő hatása kisebb mértékben, vagy egyáltalán nem jelentkezett.

- Jó tápanyag ellátottság esetén elsősorban a szemek száma lett több, méretük azonban nem változott, vagy kisebb lett.

- A termés minőségét a fajta tulajdonságai nagyobb mértékben határozták meg, mint a vizsgált környezeti feltételek.

- A kétszeres légköri CO_2 -koncentráció hatására a termés minősége általában romlott, azonban ennek mértéke csak gyenge tápanyag ellátottságnál volt számottevő.

- A jó tápanyag ellátottság (mind a foszfor, mind a nitrogén jelenléte) meghosszabbította az érés folyamatát. Emelt légköri CO_2 -koncentráción azonban az érés még később fejeződött be.

- Ha a talajban tápanyaghiány volt, akkor a kétszeres CO_2 -szint az amúgy is korai érést még korábbivá tette.

- A környezeti tényezők változására és a különböző tápanyag ellátásra a vizsgált őszi búzafajták eltérően reagáltak.

* A kutatásokat a KvVM – MTA megállapodás keretében zajló VAHAVA projekt támogatta.

• Az Mv Emma – amely egy kiváló minőségű fajta – szerény tápanyag ellátottság mellett is jó minőséget ért el. A másik két fajta (Mv Martina, Mv Mezőföld) minőségét a jó tápanyag ellátottság nagyobb mértékben javította.

• Az Mv Emma fajtánál a légköri CO₂-szint növelése sem rontotta számottevően a minőséget, a termés mennyiségét viszont jelentősen növelte. Az Mv Martina és az Mv Mezőföld minősége romlott, terméshozamuk pedig kisebb mértékben nőtt, mint az Mv Emmáé.

A kísérletek eredménye alapján megállapítható, hogy az őszi búzafajták genetikai különbözősége lehetővé teszi a nemesítés számára olyan genotípusok kiválogatását, amelyek jobb alkalmazkodóképességük révén biztonságosabban lesznek termesztetők a megváltozott környezeti feltételek között is.

BEVEZETÉS

A globális klímaváltozás alapvetően befolyásolhatja a természetes és mesterséges ökoszisztémákat, ezen belül a mezőgazdasági növények termésének mennyiségét és minőségét. Míg az üvegházhatást okozó gázok légköri mennyiségének növekedése egyértelmű tény (*Houghton et al., 1990; Woodward, 2002*), addig az éghajlat változásának regionális és lokális előrejelzésében számos bizonytalanság van (*Harnos, 2005*). Az utóbbi évek időjárása igazolni látszik azt a korábbi előrejelzést, hogy a klimatikus szélsőségek előfordulásának gyakorisága nő. A Kárpát-medencében leggyakrabban előforduló és a növénytermesztés eredményességét leginkább befolyásoló időjárási szélsőségek az alacsony, vagy magas hőmérséklet és a csapadék hiánya, vagy bősége. A klimatikus tényezők változására adott válaszreakciókat a növények tápanyag ellátottsága is befolyásolja. A biztonságos növénytermesztés egyik legfontosabb feltétele a növények abiotikus stressztényezőkkel szembeni ellenállósága.

Az emberi tevékenység hatására – ezen belül főként a fosszilis tüzelőanyagok elégetése következtében – folyamatosan nő a légkör CO₂ tartalma (*Haszpra, 1995*). Egyes számítások szerint a következő évszázad végére a jelenlegi szint dupláját is elérheti (*Budyko – Izrael 1991; Lawlor, 1998*).

Számos kutató vizsgálta és modellezte az ennek hatására a hőmérsékleti- és csapa-

dékviszonyokban nagy valószínűséggel bekövetkező változásokat, illetve a természetes ökoszisztémákra és a szántóföldi növénytermesztésre gyakorolt hatásokat (*Niklaus et al., 1998; Fantechi – Ghazi, 1989*). A már elvégzett kísérletek szerint a légköri CO₂-koncentráció emelkedésének közvetlen hatása a gázcsere nyílások működésének befolyásolásán keresztül csökkent evapotranszpirációban és nagyobb talajnedvesség tartalomban is megnyilvánul (*Niklaus et al., 1998; Mulholland et al., 1997*). Ugyanakkor C₄ növényeknél a szárazságtűrés is javulhat a megnövelt CO₂-on tartott növények magasabb turgornyomása következtében (*Sionit – Patterson, 1985*). Figyelembe kell azonban venni a várható hőmérsékletváltozások esetenkénti kedvezőtlen hatását is (*Delgado et al., 1994*).

A CO₂ hatását számos fajon vizsgálták már (pl. szójánál *Sionit, 1983*, búzánál *Delgado et al., 1994; Kimball et al., 1995; Veisz et al., 1996*, kalászosokon *Harnos et al., 1998*, fűfajokon és zuzmón *Tuba et al., 1996, 2001, 2003* és bükkönyön *Bunce – Caulfield, 1991, Lawlor 1997* több fajon végzett kísérletek eredményeit hasonlítják össze). A C₃-as növényeknél a megnövelt CO₂-koncentráció intenzívebb fotoszintézist, nagyobb mértékű asszimilátum felhalmozódást és testtömeg növekedést eredményez. A C₄-es növények reakciója általában kisebb mértékű. A magasabb légköri CO₂-on felne-

velt búza növények jobb fagyállósággal rendelkeznek (Veisz et al., 1996; Veisz – Tischner, 1995), nagyobb a növényenkénti kalászsám és a szentőmeg, csökken a harvest index, és bár a mennyiség összességében nő (Harnos et al., 1998; Kendall et al., 1985), egyes adatok szerint romolhat a termésminőség (Blumenthal et al., 1996).

A megnövelt légköri CO₂-koncentráció következtében felgyorsult növekedési ütem maga után vonja a tápanyagigény növekedését is, ami erős gyökernövekedést, a talaj tápanyagainak mobilizációját indukálja, de a növény még így sem képes feltétlenül biztosítani testében a tápelemek változatlan arányát, így azok felhígulása következhet be (Niklaus et al., 1998; Rogers et al., 1993; Wolf, 1996; Keutgen et al., 1997).

Kísérletek igazolják, hogy a CO₂-koncentráció emelkedésének hatására növekszik a biomassa produkció, nagyobb a növényenkénti kalászsám, a szentőmeg, csökken a harvest index, és nő a terméshozam (Kendall et al., 1985; Harnos et al., 1998; Bender et al., 1999; Bencze et al., 2000). Ezzel szemben a növényi részekben csökken a fehérje- és a makrotápelem tartalom (Rogers et al., 1993; Wolf, 1996), és gyengébb minőségű lesz az ilyen lisztből sültött kenyér (Blumenthal et al., 1996). Delgado et al. (1994) arról számoltak be, hogy az őszi búzában a N koncentrációjának csökkenése csak jó N ellátottság mellett jelentkezik, mert ahol N hiány van, ott a megnövelt CO₂-szint nem okoz változást.

Számos kutató modellezte és kísérletesen vizsgálta már a klímaváltozás lehetséges következményeként várhatóan fellépő hőmérsékleti változások hatásait. Mitchell et al. (1995) arról számoltak be, hogy már 4 °C-os hőmérsékletemelkedés hatására csökkent a terméshozam, felgyorsult a növekedés és fejlődés üteme, ami korábbi öregedéshez és elhaláshoz vezetett. Ugyanezen kutatók azt is tapasztalták, hogy normál hőmérsékleti feltételek mellett a légköri CO₂-szint emelése a szemszám növekedését eredményezte, ezzel szemben a normál hő-

mérsékletet 4 °C-kal meghaladó körülmények között a CO₂ hatására a szemek mérete lett nagyobb.

A virágzás előtti időszakban fellépő 31 °C-ot meghaladó hőmérsékleti értékek csökkentik a szemszámot és a termést (Wheeler et al., 1996). Már az átlaghőmérséklet 1 °C-os emelkedésének is lehetnek jelentős kihatásai: évjáráttól függően 10–24%-kal is csökkenhet a biomassa mennyisége. A virágzás és aratás közötti időszakban már 5–8 °C-os átlaghőmérséklet emelkedés – a nagyobb mértékű sterilitás miatt – jelentősen csökkenti a szemek kalászonkénti mennyiségét.

Blumenthal et al. (1995) az extrém magas hőmérséklet hatásait vizsgálták: az érés időszakában három napig, napi 10 óráig tartó 40 °C kezelésnek tették ki a növényeket. Eredményeik azt támasztották alá, hogy romlott a tézsta minősége, valamint a keményítőszintézis gátlásának következtében csökkent az ezerszentőmeg is.

„A globális klímaváltozás hazai hatásai és az erre adandó válaszok” című kutatási projekt keretében a környezeti tényezők együttes hatásának elemzésével, fitotronban beállított kísérletekben meghatároztuk a kalászosok stressztűrő-képességének változását. Megvizsgáltuk a hőstressz-tűrő képesség alakulását megnövelt légköri CO₂-koncentráción, valamint eltérő tápanyag ellátottsági szinteken. Jelen közleményünkben e kísérletek eredményeiről számolunk be.

A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE

A fajták

A kísérletekben három köztermesztésben lévő, eltérő agronómiai tulajdonságú búzafajtát használtunk. Az Mv Martina korai érésű, rekord terméshozamú, közepes minőséget adó, puhaszemű fajta. Az Mv Emma a középkorai éréscsoportba tartozik, közepes termőképességű, keményszemű, kiváló mi-

nősége viszont a javító minőségű fajták közé emeli. Az Mv Mezőföld szintén középkorai és keményszemű fajta, alkalmazkodóképessége nagyon jó és változatos körülmények között is jó malmi minőségű ad.

A növénynevelési körülmények

A növénynevelési kísérleteket a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézetének fitotronjában végeztük. Az egyleveles, tápkockás csíranövényeket 42 napig +4 °C-on vernalizáltuk, majd ezt követően négyesével 21 × 21 × 17 cm méretű cserepekbe ültettük. Az ültetéshez használt talajok összetétele és a kísérletek során adott tápanyagok a következők voltak:

A nitrogén ellátottság hatása a búza hőstressz-tűrő képességének meghatározásához öntés és csernozjom talaj 1:1 arányú keverékéhez ötödrész arányban homokot kevertünk. A keverék összes nitrogén tartalma 0,1561% (NH₄-N: 6,36; NO₃-N: 75,6 mg/kg talaj szárazanyag), foszfor tartalma 285 mg/kg volt (ammónium-laktát-acetát kivonási módszerrel). Egy cserépbe 3,82 kg száraz talajnak megfelelő földkeverék került. Valamennyi cserép egyformán kapott kéthetente 1,5–1,5 dl csapvízben oldott makro- és mikro-tápelemeket, valamint ebben a kísérletsorozatban foszfort is. A nitrogén mennyisége a kezeléstől függően változott. Valamennyi kezelésben minimum 7 cserép (28 növény) volt.

A cserepeket randomizált elrendezésben PGV36 növénynevelő kamrákban helyeztük el és az utóbbi esetben kéthetente átrendeztük azokat. A cserepek naponta és igény szerint csapvizet locsolást kaptak.

A klímaprogram hetente változott, a hőmérséklet napi ritmusa a 10/12/10,7 °C min./max./átlag értéktől kiindulva hetente fokozatosan emelkedett, amíg a 11. hétre elérte a 20/24/22,7 °C-ot, amit az érés végéig tartottunk fenn. A fényerősség a 280 μmol × m⁻² × s⁻¹ értékről a 9. hétig 400 μmol × m⁻² × s⁻¹-ig emelkedett, majd ezen a

szinten maradt a kísérlet végéig (további részleteket ld. *Tischner et al., 1997*).

A hőstressz hatás mértékének meghatározására a fitotron klímakamráiban az alábbiak szerint neveltünk növényeket:

1. *A kontroll csoportok* – a fent nevezett 3 fajta mindegyikénél – a tavasz-nyár (T2, Ny2) klímaprogramon, normál légköri CO₂-koncentráción (375 ppm), a napi és heti ciklusváltások hőmérsékleti feltételei mellett nevelkedtek.

2. Ugyanilyen hőmérsékleten másik klímakamrában tartottuk a *kétszeres CO₂-koncentráción* (750 ppm) nevelt növényeket.

3. *A normál CO₂-on* hőstressz kezelést kapott növények kezdetben együtt nevelkedtek a kontroll csoporttal, de a kalászlási időt követő 10. napon átkerültek egy másik kamrába, ahol a 8 órán keresztül fenntartott hőmérsékleti maximum 35 °C volt (min: 20, átlag: 25,2 °C). Az összes többi növénynevelési feltétel megegyezett a kontrolléval. 15 napon keresztül kapták a magas hőmérsékleti kezelést a növények, ezután visszakerültek a kontroll csoporthoz.

4. *A kétszeres CO₂-on nevelt hőstressz-kezelt csoport* egyedeit az emelt légköri CO₂-koncentráción nevelt növényekkel együtt tartottuk a kalászlás utáni 10. napig, amikor áthelyeztük őket egy másik kamrába, ahol kétszeres légköri CO₂-on a 3. pontban leírtak szerint hőstressz kezelést kaptak. A 15 nap letelte után a növényeket visszavittük abba a kamrába, ahol eredetileg voltak.

A hőmérsékleti és CO₂ kezeléseket hatásait kétféle tápanyag ellátottság mellett vizsgáltuk:

1. Nitrogénben szegényebb (0 N) talajon nevelt növények. Ezek a talajban lévő N-en kívül nem kaptak semmilyen formában N-t, de kaptak tápoldatban foszfort, káliumot és mikroelemeket.

2. Jó nitrogén ellátottságú talajon nevelt növények. Kalászlás kezdetéig 10 részletben összesen 400 mg/kg nitrogén hatóanya-

got kaptak oldatban, ami 100 kg/ha N szántóföldi tápanyag ellátottságnak felel meg. Emellett foszfort, káliumot és mikroelemeket is adtunk.

A vizsgált paraméterek

Az érés befejezése után mértük a növénymagasságot, a biomassa tömegét, meghatároztuk a kalászszámot, a növényenkénti szemszámot és szemtömeget. Meghatároztuk a harvest indexet, a szem teljes őrleményének fehérjetartalmát (Kjeltec Auto Sampler System 1035 Analyser), a liszt nedvessíkér tartalmát és a glutén indexet, amely a sikerháló szerkezeti sajátosságait jellemzi (ICC 137/1 és ICC 155 szabványok szerint). A teljes őrleményben a glutenin-gliadin arány meghatározását *Batey et al. (1991)* szerint végeztük.

A mérések eredményeit kéttényezős varianciaanalízissel értékeltük.

A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI ÉS MEGVITATÁSUK

A hőstressz hatása az őszi búza biomassa termelésére és termésre

Kísérleteinkben a hőmérsékletet a kalászosok végén és az érés első felében növeltük meg. Hatásait ennek megfelelően az élettani folyamatok és végső soron az érés befolyásolásával a szervesanyag felhalmozásra és a szemképzésre fejtette ki. A talaj tápanyag összetétele, a vízellátás, a fényviszonyok, a környező légkör összetétele, a hőmérséklet és a fajta tulajdonságai mind befolyásolják a növények egyedfejlődését, megszabják a növekedés, a hajtásképződés, a kalászosítás folyamatát és idejét. Ezen adottságokhoz igazodik a biomassa felhalmozás folyamata, a növény testét felépítő anyagok összetétele, a kalászosok száma, a maximálisan lehetséges szemszám is. Ezek a potenciálisan meghatározott paraméterek azonban más-

más értékeket vesznek fel, ha a hőmérséklet megemelése révén a fiziológiai folyamatok megváltoznak. Az irodalomból jól ismert, hogy a magas hőmérséklet növeli a steril szemek számát. Vizsgálataink során mi is hasonló jelenséget tapasztaltunk. Annak ellenére, hogy itt a magas hőmérséklet csak a szemképzés késői szakaszában hatott a folyamatra, a szemek mennyiségének csökkenése egy fajtánál mégis elérte a 10%-os szignifikancia értéket (1. ábra). A hőstressz hatása azonban sokkal drasztikusabb volt a már kialakult szemekre, ugyanis egyharmadával-negyedével csökkent a szemek aratás-kori végső mérete. A szemek számának és méretének csökkenése következtében a növényenkénti szemtermés mennyisége még az ezerszemtömeget is meghaladó mértékben, mintegy 2/5-ével esett vissza. A hőstressz hatására a szemek aránya az összes földfeletti tömeghez viszonyítva (harvest index) mintegy negyedével-ötödével lett kisebb, a terméshozam értékeknél kevésbé súlyosnak mutatva a változásokat. Ennek egyik oka az, hogy míg a termés növényenkénti csökkenése 1,5 g körül alakult, addig a biomassa (szem és szalma) tömegének változása ennél nagyobb mértékű, 2 g körüli volt. Tehát a kontrollhoz képest a magas hőmérsékleten tartott növényeknek kisebb volt a levél-szár mennyisége is. Másrésről, számítási módjából adódóan, ez a paraméter kevésbé érzékenyen képes mutatni a terméskieséseket, mint a növényenkénti szemtömeg.

A nitrogén ellátottság hatása a hőstressz türeire

A hőstressz hatásait vizsgáló, eddig közölt eredményeink a jó nitrogénellátottság mellett, 400 mg/kg talaj szőrazanyag hatóanyag koncentrációnál kapott reakciókat mutatták. Alacsony talajnitrogén-tartalom mellett azonban a növények fejlődése már a kezdetektől másként alakul. A növények magasabbak lesznek, a biomassa felhalmo-

zás mértéke csökkenhet, vagy változatlan marad (2. ábra). Gyenge nitrogén ellátottság mellett a kalászkok száma is csökkenhet, a harvest index azonban nőhet, vagy nem változik. Háromból két fajtánál megfigyelhető, hogy bár a növényenkénti szemek száma kevesebb lett nitrogénben szegény körülmények között, a növény ezt nagyobb szemmérettel kompenzálta, hiszen a szemtermés mennyisége összességében nem csökkent jelentősen (2. ábra). Az Mv Mezőföld fajtánál továbbá azt is tapasztaltuk, hogy nitrogénben szegény körülmények között a kevesebb kalász kalázonként kicsivel több szemet tartalmazott (36,8 szem/kalász a kontrollnál, 39,8 szem 0 N-nél, $p = 10\%$), és a kalázonkénti szemtömeg is nőtt (1,1-ről 1,3 g-ra $p = 5\%$).

Az előzőek alapján megállapítható, hogy a talajnitrogén tartalom korai hatásai a fajta N-reakciójának függvényében meghatározóak a növények fejlődésére, ugyanakkor módosíthatják a kalászképzés és érés során fellépő hőstressz hatásait is.

A biomassa felhalmozás hőstressz hatására fellépő csökkenésének mértékében a két N-kezelés között lényegében nem volt különbség (3. ábra). Míg az alacsony nitrogén ellátottság önmagában nem csökkentette a terméshozamot, hőstressz körülmények között azt tapasztaltuk, hogy jóval kisebb mértékben csökkent a termés mennyisége a kontrollhoz képest, mint normál nitrogénellátás mellett. Mivel a kevés talajnitrogén hatására fellépő szemméret növekedés ellentétes irányú a hőstressz erőteljes szemtömeg csökkentő hatásával, együttes hatásuk eredménye a szemsúly szerényebb mértékű csökkenése lett, mint ahogy ez normál N-tartalom mellett bekövetkezett. Az eredmények tehát arra engednek következtetni, hogy a növények szempontjából kedvezőbb a harmonikus tápanyag ellátottság, ha hőstressz lép fel a kalászképzés és érés alatt. Ezt mutatják a harvest index értékek is, két fajta esetében 0 N-en gyakorlatilag nem történik változás a hőstressz hatására ennek a paraméternek az értékében (a biomassa és

a termés is azonos arányban lesz kevesebb), egy fajtánál kisebb mértékű csökkenés lép fel, mint 400 mg/kg N-en.

A légköri CO₂-koncentráció és a nitrogén ellátottság együttes hatása

Az emelt légköri CO₂-koncentráció a legtöbb növényfaj esetében növeli a biomassa felhalmozást és a termés mennyiségét. Ez a kedvező hatás viszont csak akkor tud érvényesülni, ha a rendelkezésre álló tápelemek közül egyik sem limitálja a növekedést. Kísérleteink során vizsgáltuk a légköri CO₂-koncentráció és a talaj nitrogénszintjének hatását a különböző paraméterekre. Mint már láttuk, alacsony szintű nitrogén ellátottság mellett magasabbra nőhetnek a növények. A kétszeres CO₂-koncentráció hatására ez a növekedés még kifejezettebb lehet (4. ábra). Mivel a biomassa felhalmozásra a nitrogénszegény talaj gátlólag hat, a legnagyobb mértékű biomassa termelést normál nitrogén ellátottság mellett kétszeres CO₂-on tapasztaltunk. Ugyanez volt igaz a kalákszám alakulására is, azzal a különbséggel, hogy az Mv Mezőföldnél még emelt légköri CO₂-koncentráción is csak megközelítette a kontroll (400 N) értéket (bár statisztikailag nem különbözött tőle). A növényenkénti szemszámra is pozitív hatással volt a kedvező nitrogén ellátottság és a kétszeres CO₂-szint együttes jelenléte, de az Mv Mezőföldnél a CO₂ emelés nem okozott további (a 0 N–400 N változáshoz hozzáadódó) növekedést. Fajtától és nitrogénkezeléstől függően a szemek méretére a kétszeres CO₂-szint pozitív és negatív hatással is volt. Az Mv Martinánál a szemszám és a szemméret között negatív korrelációt tapasztaltunk. Az Mv Emmánál a legnagyobb szemeket a közepes szemszámú – 0 N és kétszeres CO₂ – kezelésnél kaptuk. 400 N-en és kétszeres CO₂-on a túlzott biomassa felhalmozás és kalázképzés következménye a túl sok, de kicsi méretű szem lett. Az Mv Mezőföldnél viszont a szemek mérete és száma

egyaránt nőtt a körülmények kedvezőbbé válásával (0 N és CO₂, 400 N és CO₂). A termés mennyisége valamennyi fajtánál magas nitrogén ellátottság és kétszeres CO₂-szinten volt a legtöbb. A harvest index is a fajtareakciókat tükrözte. Az Mv Martinánál a szemméret csökkenésével párhuzamosan csökkent a harvest index, tükrözve a felfokozott biomassza termelést. Az Mv Emmánál 0 N-nél és kétszeres CO₂-on volt maximális, ahol a szemek száma közepesen nagy, a szemek súlya a legnagyobb volt. Az Mv Mezőföldnél 0 N-nél volt a legnagyobb a harvest index.

Az emelt légköri CO₂-koncentráció hatása a hőstressz tűrésre

A hőstressz biomasszát és szemszámot csökkentő hatását a kétszeres CO₂-szint teljesen meg tudta szüntetni. A mért eredmények a normál hőmérsékleti feltételek mellett nőtt növények adataival voltak azonosak (5. ábra). A termés mennyiségi paramétereinél a legtöbb esetben a hőstressz káros hatásait a megnövelt légköri CO₂-koncentráció jelentősen mérsékelni tudta: az ezerszeműség hőstressz hatására fellépő csökkenése két fajta esetében mintegy a felére esett vissza, az Mv Mezőföldnél viszont változatlan maradt. A szemek számát és tömegét befolyásoló hatások következtében a terméseredmények még jobban megközelítették a kontroll hőmérsékleten mért értékeket. A harvest index is a fentiek szerint alakult, a két fajta esetében a csökkenés mérséklődött, az Mv Mezőföldnél nem különbözött jelentősen a normál CO₂-on nevelt és hőstressz kezelt növények értékétől.

A hőstressz hatására megnövekedett fehérje- és sikértartalomra a kétszeres CO₂-koncentráció ellentétes, vagy semmilyen hatással nem volt (6. ábra). Két-két fajta esetében csökkent a fehérje és a siker mennyisége. A minőség többi vizsgált paraméterére azonban a CO₂ kezelés nem volt szignifikáns hatással. A hőstressz hatására az

emelt és a normál légköri CO₂-szinteken mért értékekhez viszonyítva a tézista szerkezetében nem, de a fehérje összetevőkben történt változás.

A különböző környezeti tényezők együttes hatása a hőstressz tűrésre

Az előzőekben ismertettük a hőstressz és egy-egy környezeti tényező kölcsönhatását együttes jelenlétük esetén. A szántóföldön azonban a különböző környezeti tényezők együttesen, egymás hatásait alakítva vannak jelen. A következőkben megkísérünk egy összetettebb, de korántsem teljes képet adni a hőmérséklet, a légköri CO₂-koncentráció és a nitrogén ellátottság kölcsönhatásairól.

A eredmények alapján megállapítható, hogy a tényezők különböző kombinációi közül általában a legnagyobb értékeket (tehát a hőstressz legkevésbé káros hatásait) az alacsony nitrogén ellátottságú talajon, emelt légköri CO₂-koncentráción nevelt növényeknél mértük (7. ábra). Kivétel ez alól az Mv Mezőföld volt, melynél a biomassza és szemszám maximumot a kétszeres CO₂-koncentráción és 400 mg/kg N ellátottság mellett kaptuk. A biomasszában, a szemek számában, az ezerszeműségben és a termés mennyiségében azonban a kétszeres CO₂-koncentráción a többi fajtánál sem volt szignifikáns különbség a két nitrogénkezelés között.

Fajták közötti különbségek értékelése

Már többször utaltunk arra, hogy némely fajta a többitől eltérő reakciót mutatott. Eredményeink azt támasztották alá, hogy figyelembe kell venni a fajták eltérő genetikai háttere miatt a reakcióikban jelentkező különbségeket is. Esetünkben a vizsgált három fajta más-más nitrogén, CO₂ és hőstressz reakciót mutatott. Az Mv Mezőföld sokkal érzékenyebben reagált a nitrogénhiányra a biomassza produkció és a ter-

més mennyiségi paraméterei tekintetében (2. ábra), mint a másik két fajta. A különböző N és CO₂ szintek kölcsönhatásainál a fajták már a szemek mérete és száma tekintetében eltérően reagáltak (4. ábra), a két tényező és a fajta sajátságainak összeadódásából eredő-

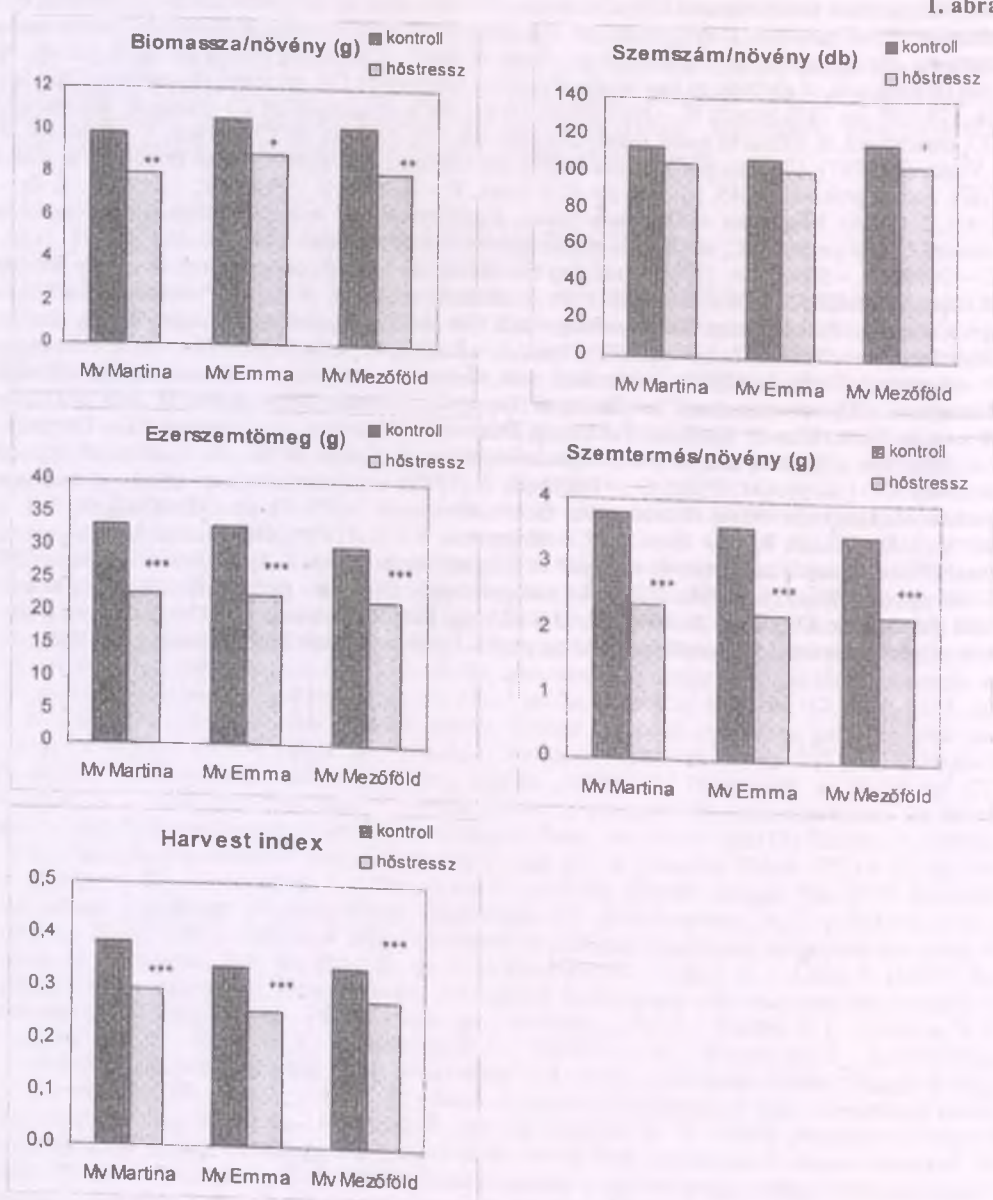
en. A kísérleti eredmények azt igazolják, hogy a genotípus-környezet kölcsönhatás jelentős, ami azt jelenti, hogy a genetikai variabilitás lehetővé teszi a megváltozott körülményekhez legjobban alkalmazkodó fajták kiválasztását.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BATEY, I. L. – GUPTA, R. B. – MACRITCHIE, F. (1991): *Cereal Chem.* 68, 207–209. pp. (2) BENCZE, S. – VEISZ, O. – JANDA, T. – BEDŐ, Z. (2000): Effects of elevated CO₂ level and N and P supplies on two winter wheat varieties in the early developmental stage. *Cereal Res. Commun.* 28, 123–130. pp. (3) BENDER, J. – HERTSTEIN, U. – BLACK, C. R. (1999): Growth and yield responses of spring wheat to increasing carbon dioxide, ozone and physiological stresses: a statistical analysis of “SPACE-wheat” results. *Eur. J. Agron.* 10, 185–195. pp. (4) BLUMENTHAL, C. – BEKES, F. – GRAS, P. W. – BARLOW, E. W. R. – WRIGLEY, C. W. (1995): Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. *Cereal Chem.* 72, 539–544. pp. (5) BLUMENTHAL, C. – RAWSON, H. M. – MCKENZIE, E. – GRAS, P. W. – BARLOW, E. W. R. – WRIGLEY, C. W. (1996): Changes in wheat grain quality due to doubling the level of atmospheric CO₂. *Cereal Chem.* 73, 762–766. pp. (6) BUDYKO, M. I. – IZRAEL, Y. A. (1991): *Anthropogenic Climatic Change*. The University of Arizona Press, Tucson. 485. (7) BUNCE, J.A. – CAULFIELD F. (1991): Reduced respiratory carbon dioxide efflux during growth at elevated carbon dioxide in three herbaceous perennial species. *Ann. Bot.* 67, 325–330. pp. (8) DELGADO, E. – MITCHELL, R. A. C. – PARRY, M. A. J. – DRISCOLL, S. P. – MITCHELL, V. J. – LAWLOR, D.W. (1994): Interacting effects of CO₂ concentration, temperature and nitrogen supply on the photosynthesis and composition of winter wheat leaves. *Plant Cell Environ.*, 17, 1205–1213. pp. (9) FANTECHI R. – GHAZI, A. (eds.) (1989): *Carbon dioxide and other greenhouse gases: climatic and associated impacts*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 275 p. (10) HARNOS Zs. (2005): A klímaváltozás növénytermesztési hatásai. „AGRO-21” Füzetek 38. sz. 38–58. pp. (11) HARNOS, N. – VEISZ, O. – TISCHNER, T. (1998): Effects of elevated CO₂ concentration on the development and yield components of cereals. *Acta Agron. Hung.*, 46, 15–24. pp. (12) HASZPRA L. (1995): Carbon dioxide concentration measurements at a rural site in Hungary. *Tellus* 47, 17–22. pp. (13) HOUGHTON, J. T. – JENKINS, G. J. – EPHRAMUS, J. J. (1990): *Climate change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press. Chambridge, UK. (14) KENDALL, A. C. – TURNER, J. C. – THOMAS, S. M. (1985): Effects of CO₂ enrichment at different irradiances on growth and yield of wheat. II. *J. Experim. Bot.* 36, 261–263. pp. (15) KEUTGEN, N. – CHEN, K. – LENZ, F. (1997): Responses of strawberry leaf photosynthesis, chlorophyll fluorescence and macronutrient contents to elevated CO₂. *J. Plant Physiol.*, 150, 395–400. pp. (16) KIMBALL, B. A. – PINTER, P. J. – GARCIA, R. L. – LAMORTE, R. L. – WALL, G. V. – HUNSAKER, D. J. – WECHSUNG, G. – WECHSUNG, F. – KARTSCHALL, T. (1995): Productivity and water use of wheat under free-air CO₂ enrichment. *Global Change Biology* 1: 429–442. pp. (17) LÁNG, L. – KUTI, C. – BEDŐ, Z. (2001): Computerized data management system for cereal breeding. *Euphytica* 119, 235–240. pp. (18) LAWLOR, D. W. (1997): Response of crops to environmental change conditions: consequences for world food production. *J. Agric. Meteorol.* 52, 769–778. pp. (19) LAWLOR, D. W. (1998): Plant responses to global change: temperature and drought stress. In: De Kok, L. J. – Stulen, I. (eds): *Responses of Plant Metabolism to Air Pollution and Global Change*. Blackhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 193–207. pp. (20) MITCHELL, R. A. C. – LAWLOR, D. W. – MITCHELL, C. L. – GIBBARD, C. L. – WHITE, E. M. – PORTER, J. R. (1995): Effects of elevated CO₂ concentration and increased temperature on winter wheat: test of ARCWHEAT1 simulation model. *Plant Cell Environ.* 18, 736–748. pp. (21) MULHOLLAND, B. J. – CRAIGON, J. – BLACK, C. R. – COLLS, J. J. – ATHERTON, J. – LANDON, G. (1997): Impact of elevated atmospheric CO₂ and O₃ on gas exchange and chlorophyll content in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Exper. Bot.* 48, 1853–1863. pp. (22) NIKLAUS, P. A. – SPINNLER, D. – KÖRNER, C. (1998): Soil moisture dynamics of cal-

- careous grassland under elevated CO_2 . *Oecologia*, 117, 201–208. pp. (23) ROGERS, G. S. – PAYNE, L. – MILHAM, P. – CONROY, J. (1993): Nitrogen and phosphorus requirements of cotton and wheat under changing atmospheric CO_2 concentrations. *Plant & Soil*, 155/156, 231–234. pp. (24) SIONIT, N. (1983): Response of soybean to two levels of mineral nutrition in CO_2 enriched atmosphere. *Crop Sci.* 23, 329–333. pp. (25) SIONIT, N. – PATTERSON, D. T. (1985): Responses of C4 grasses to atmospheric CO_2 enrichment. II. Effect of water stress. *Crop Sci.* 25, 533–537. pp. (26) TISCHNER, T. – KŐSZEGI, B. – VEISZ, O. (1997): Climatic programmes used in the Martonvásár Phytotron most frequently in recent years. *Acta Agron. Hung.* 45, 85–104. pp. (27) TUBA, Z. – SZENTE, K. – NAGY, Z. – CSINTALAN, ZS. – KOCH, J. (1996): Responses of CO_2 assimilation, transpiration and water use efficiency to long term elevated CO_2 in perennial C₃ xeric loess steppe species. *J. Plant Physiol.* 148, 356–361. pp. (28) TUBA, Z. – ÖTVÖS, E. – SÓVÁRY A. (2001): Studying the effects of elevated concentrations of carbon dioxide on lichens with OPEN TOP CHAMBERS. In: Beckett, K. – Varma, A. (eds.): *Protocols in Lichenology Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 212–223. pp. (29) TUBA, Z. – RASCHI, A. – NAGY, Z. – HELYES, L. – VODNIK, D. – SANITA DI TOPPI, L. (2003): Vegetations with various environmental constraints under elevated atmospheric CO_2 concentrations. In: Sanita di Toppi, L. – Pawlik Skowronska, B. (eds.): *Abiotic Stresses in Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. (30) VEISZ, O. – HARNOS, N. – TISCHNER, T. (1996): The effects of CO_2 levels on the development and yield of cereals. *Aspects of Applied Biol.*, 45, 107–111. pp. (31) VEISZ, O. – TISCHNER, T. (1995): Hardiness of winter wheat varieties as a function of changes in certain environmental factors. *Biotronics* 24, 73–83. pp. (32) WHEELER, T. R. – BATTS, G. R. – ELLIS, R. H. – HADLEY, P. – MORRISON, J. I. L. (1996): Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum*) crops in response to CO_2 and temperature. *J. Agric. Sci. Cambridge* 127, 37–48. pp. (33) WOLF, J. (1996): Effects of nutrient supply (NPK) on spring wheat response to elevated atmospheric CO_2 . *Plant & Soil*, 185, 113–123. pp. (34) WOODWARD, F. I. (2002): Potential impacts of global elevated CO_2 concentrations on plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 207–211. pp.

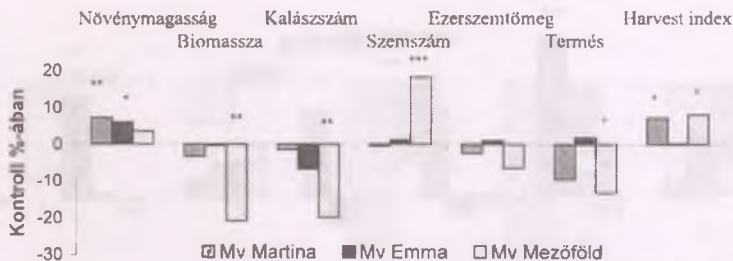
1. ábra



A hőstressz hatása a biomassa produkcóra és a termés mennyiségi paramétereire

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikánsan különbözik a kontrolltól a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

2. ábra

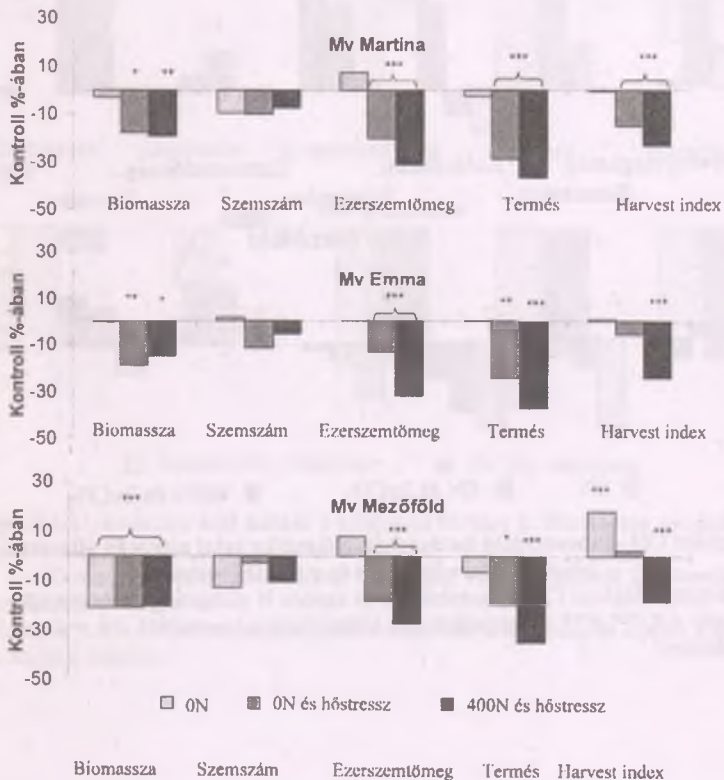


Az alacsony nitrogénellátottság hatása a biomassa produkcóra és a terméshozamra

A kontroll a 400 mg N/kg talaj szárazanyag hatóanyag koncentrációjánál és normál hőmérsékleti feltételeknél mért érték.

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikánsan különbözik a kontrolltól a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

3. ábra

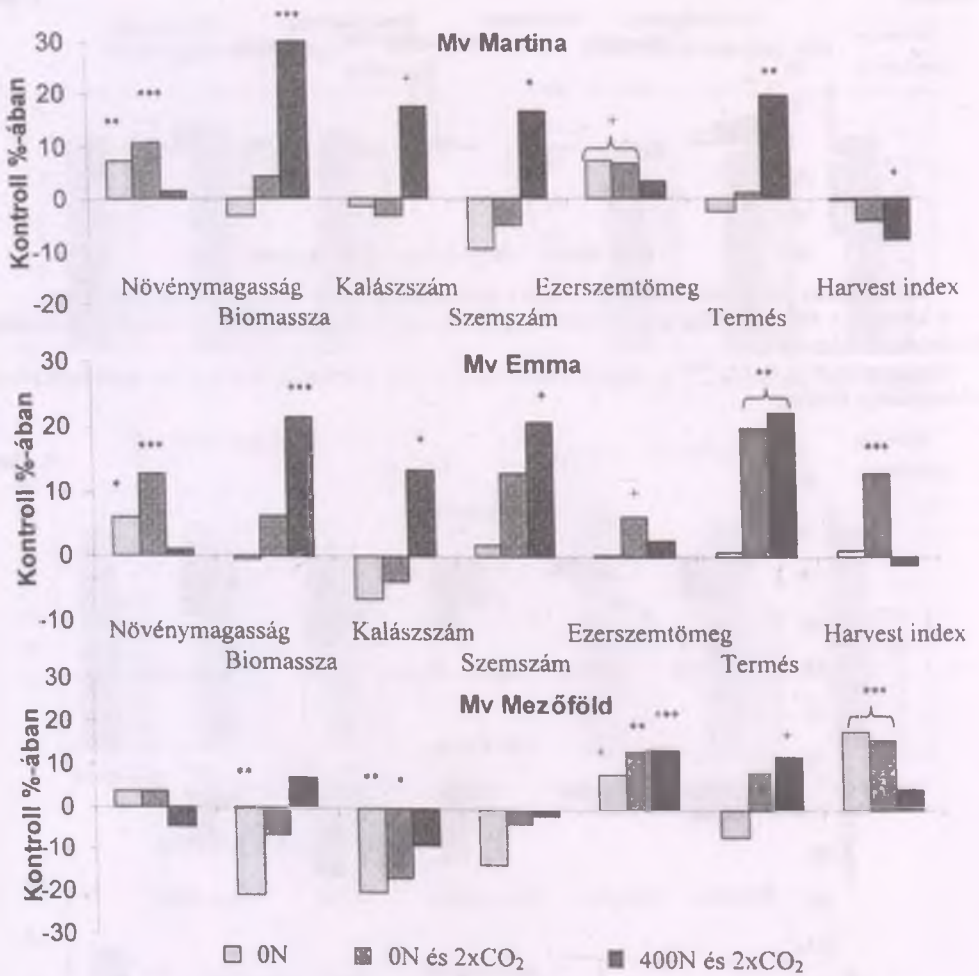


A nitrogénellátás hatása a hőstressz tűrésre 1. Biomassa produkció és terméshozam

A kontroll a normál hőmérsékleti feltételek mellett és 400 mg N/kg talaj hatóanyag koncentrációjánál mért érték.

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikánsan különbözik a kontrolltól a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

4. ábra

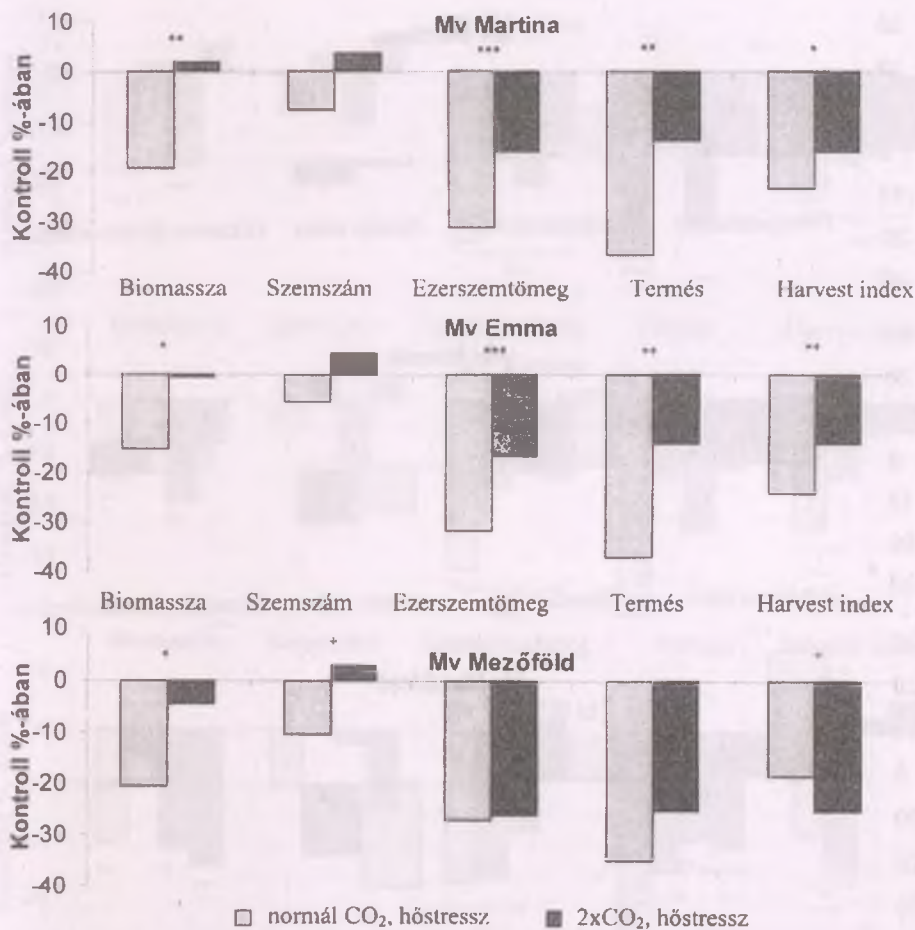


Az emelt légköri CO₂-koncentráció hatása 0 és 400 mg/kg talaj nitrogén ellátottság mellett a biomassza produkcióra és a terméshozamra

A kontroll a normál légköri CO₂-koncentráción és azonos N ellátottságon mért érték.

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikánsan különbözik a kontrolltól a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

5. ábra

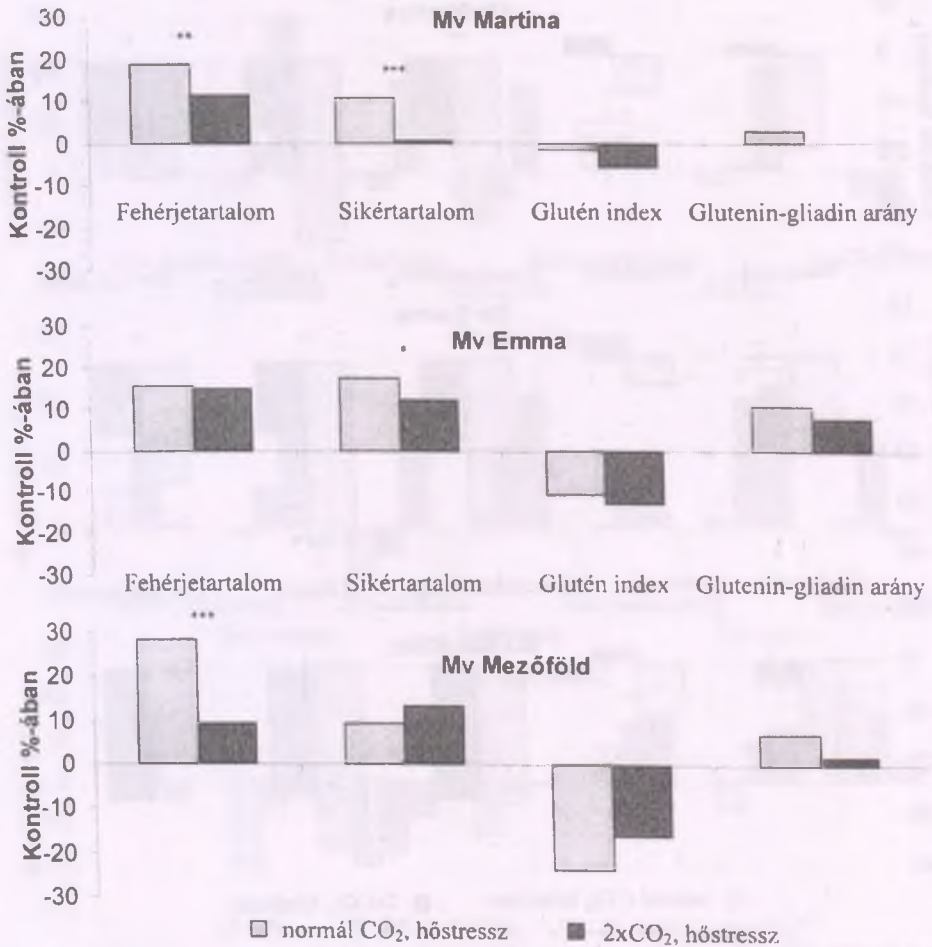


Az emelt légköri CO₂-koncentráció hatása a hőstressz tűrésre 1. Biomassza produkció és a terméshozam

A kontroll a 400 mg N/kg talaj szárazanyag hatóanyag koncentrációjánál és normál hőmérsékleti feltételeknél mért érték.

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikáns különbség van a két kezelés között a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

6. ábra

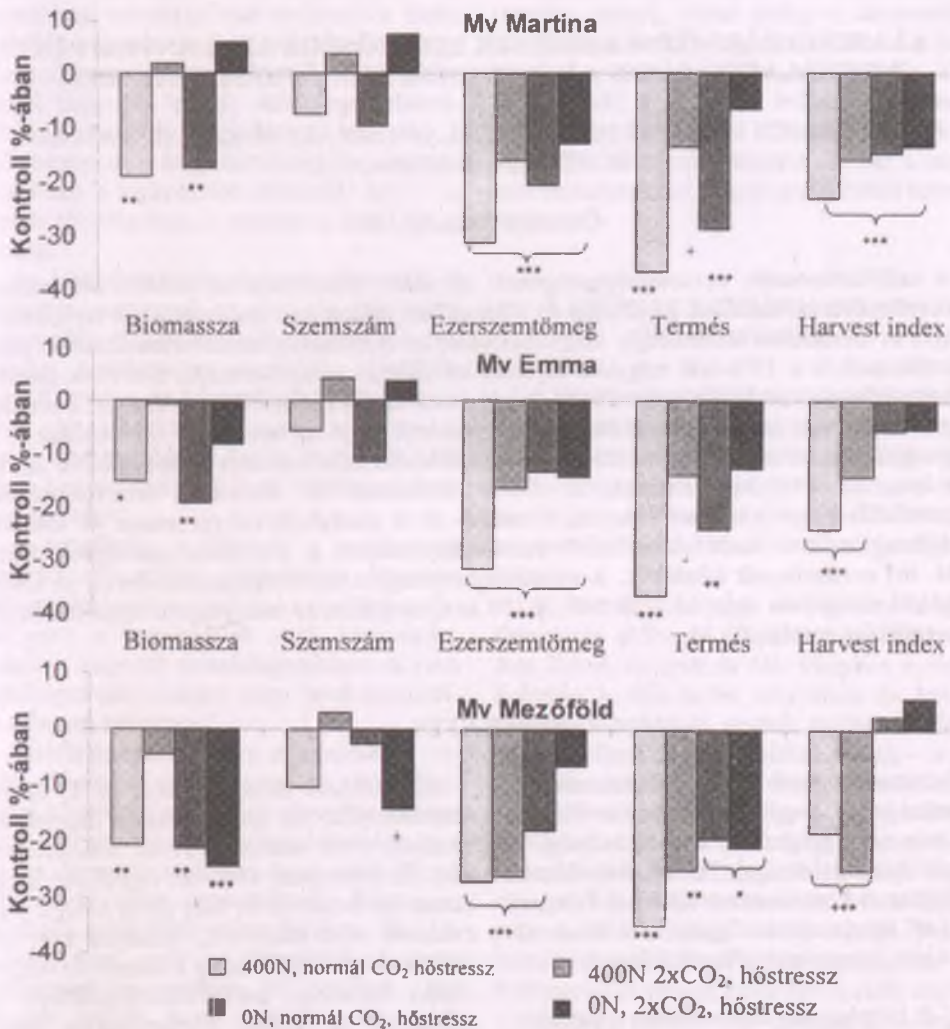


Az emelt légköri CO₂-koncentráció hatása a hőstressz tűrésre 2. Termésminőség

A kontroll a 400 mg N/kg talaj szárazanyag hatóanyag koncentrációnál és normál hőmérsékleti feltételeknél mért érték.

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikáns különbség van a két kezelés között a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

7. ábra



A környezeti tényezők hatása a hőstressz tűrésre 1. Biomassa produkció és terméshozam

A kontroll a 400 mg N/kg talaj szárazanyag hatóanyag koncentrációjánál és normál hőmérsékleti feltételeknél mért érték.

Jelmagyarázat: +, *, **, *** = szignifikánsan különbözik a kontrolltól a p = 10, 5, 1 és 0,1%-os valószínűségi szinten.

AZ ASZÁLYKÁR MÉRSÉKLÉSÉNEK LEHETŐSÉGE AZ ALANYFAJTÁK MEGVÁLASZTÁSÁVAL A HEGYVIDÉKI SZŐLŐTERMESZTÉSBEN

DIÓFÁSI LAJOS – BÍRÓNÉ TOMA GIZELLA – CSIKÁSZNÉ KRIZSICS ANNA –
KHIDHIR KINAN MOHAMED

ÖSSZEFOGLALÁS

A szőlőtermesztés versenyképességének növelése érdekében az utóbbi évtizedben bekövetkezett társadalmi, gazdasági és klimatikus változások módosítják a termőhely, a fajta és termesztés technológia megválasztását is. A minőségi szőlőtermesztésben nem mondhatunk le a 15%-nál nagyobb lejtésű, különleges mikroklímájú, meredek domb- és hegyoldalakon való termelésről. Az erózió és az aszálykár kockázata ezeken a területeken fokozottan jelentkezik. Kutatási programunk célja az aszálykár mérséklése és a hegyoldalokon sikerrel termesztendő szőlőfajták, ill. alany-nemes kombinációk kiválasztása. Az 1999-ben Pécssett, az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete Szentmiklós-hegyi Kísérleti Telepén, 8 nemes- és 8 alanyfajtaival (összesen 46 kombinációban) indított tartamkísérletből tanulmányunkban a Cabernet sauvignon fajta 2004. évi eredményeit közöljük. A termésmennyiség, a minőségi paraméterek és tőke-kondíció vizsgálata alapján az R.140, R.110 és Georgikon 28 alanyfajták teljesítménye, stressztűrése emelkedik ki.

BEVEZETÉS

A meteorológusok és az agrárszakemberek egyaránt jelzik, hogy a Föld éghajlatváltozása ma már nem prognózis, hanem valóság. A klímaváltozás jelenségeit Pécssett, a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Kísérleti Telepein 1951-től folyamatosan figyeljük. A klímaváltozás jelei, megjelenési formái Pécssett:

a) A hirtelen időjárás-változás gyakoribb a szokásosnál, különösen az elmúlt két évtizedben. A gyors változásra sem a növény, sem pedig a gazda nem tud felkészülni.

b) Az aszály gyakorisága és mértéke nőtt. E jelenséget mi is megfigyeltük. Részletesen tanulmányoztuk, hogy Pécssett, a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Szentmiklós-hegyi Kísérleti Telepén 1951–2000 között mely évek minősíthetők aszályosnak. Aszályos éveknek azt tekintettük, ha a szárazság a szőlőtőkékben visszafordíthatatlan károsodást, jelentős termés kiesést eredményezett.

Az aszályos jellegű éveket az 1. ábrán szemléltetjük. Az ábra tanúsága szerint az aszályos évek száma 1951-től fokozatosan nőtt. Ez különösen 1981-től figyelhető meg, hiszen 20 évből 12 év volt ilyen jellegű. Fél évszázad alatt Pécssett 22 aszályos évet élünk át. Úgy látjuk, hogy a domb- és hegyvidéki minőségi borszőlőtermesztésben a szárazság, az aszály kiemelkedően nagy termelési kockázatot jelent.

Magyarország szőlőtermesztése csak akkor vehet részt kellő eséllyel a piacon, ha minőségi, fenntartható és versenyképes. A bekövetkezett társadalmi, gazdasági és ökológiai változások – a versenyképes minőségi borszőlőtermesztés megteremtése és továbbfejlesztése céljából – gondolkodásunk és cselekvésünk módosítását, átalakítását teszik szükségessé.

A XX. század második felében hazánkban a szőlőtermesztés és a borgazdálkodás

terén – a piac igényeinek megfelelően – a mennyiségi szemlélet vált uralkodóvá. Ezért a szőlőt a domb- és hegyoldalak alsó vagy középső harmadába telepítették. A 15 százaléknál nagyobb lejtésű, különleges mikroklímájú meredek hegyoldalak területén a szőlőtermesztés nagymértékben lecsökkent. Korábban a legkiválóbb minőségi bor – az esetek többségében – ezeken a területeken termett.

Az 1990-ben bekövetkezett változások új helyzetet teremtettek. A piac ma már árban is honorálja és keresi a különleges minőségű borokat. A származás, az eredet – mint hozzáadott érték – az árképzésnél is újra tényezővé vált. Ennek következtében egyre nagyobb az érdeklődés a domb- és hegyoldalak felső harmadának szőlővel történő újratelepítése iránt.

A termőhely, a fajta és a technológia megválasztás eddigi gyakorlatán lényeges változtatásra van szükség. Az új ültetvényeket nem a hegyoldalak alsó harmadába, hanem a nagyobb termésbiztonságot és jobb minőséget adó középső vagy felső harmadába célszerű telepíteni.

Kísérletünkben azokra a kérdésekre várnunk választ, hogy a lényegesen eltérő ökológiai környezetben melyik alany- és nemesfajta, milyen tőke művelésmóddal képes a piacon keresett minőségi bort adni. Pl.: a kísérlethez azért importáltunk Franciaországból aszálytűrő alanyfajtákat (R.110, R.140), mert ezek az alanyfajták a forró mediterrán medencében jól beváltak. Azt ugyanis tudjuk, hogy hegyoldalaink felső harmadában, 20–30%-os lejtésű területen kisebb-nagyobb aszályra 10 év alatt kb. 3–4 évben számíthatunk. Méréseket, megfigyeléseket a fiatal és termőkorú tőkéken, e kísérlet keretében minimum 10 éven keresztül szándékozunk végezni. Cél a szőlőtőkék biológiai jellemzőinek és a borok összetételének feltárása, megismerése. A kutatási eredmények birtokában a minőségi bortermelés az eddigieknél lényegesen tudatosabbá válhat.

Kutatási programunkban azt tűztük ki célul, hogy a kísérleti eredményeink alapján

a gazdálkodóknak mind a fajta megválasztás (nemes, alany), mind pedig a termesztéstechnológia terén a legkorszerűbb és a leggazdaságosabb megoldást ajánlhassuk. Ehhez Pécssett, az 1990-es évtizedben, Szentmiklós-hegyen modell ültetvényeket hoztunk létre, amelyek a kutatás mellett a szakmai bemutatókhoz is kedvező feltételt teremtettek.

A KÍSÉRLET HELYE, ANYAGA ÉS MÓDSZERE

A kísérletet az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete, Pécs Szentmiklós-hegyi Kísérleti Telepén állítottuk be. A Telep Pécs város központjától nyugati irányba 5 km távolságra, az északi szélesség $46^{\circ} 3'$ -én, a tengerszint felett 130–270 m magasságban fekszik.

A Szentmiklós-hegy a 602 m magas Jakabhegy előhegye. A terület északról védett, keleti, nyugati és déli irányban nyitott. Felszíne a déli lejtés irányában és keletnyugati irányban is enyhén hullámos. Fekvése ideálisan déli. A kísérleti táblák – a 2–3. tábla – a hegyoldal felső harmadában, 230–260 m magasan találhatóak. A termőhely ökológiai viszonyai a minőségi bortermelésre kedvezőek. A kísérleti táblák talaja kissé meszes, középkötött, humusztartalma közepes. A táblák talaja sekély rétegű permi homokkő málladék. Pannon agyag, lösz és kötőmelékes vályog keveréke is előfordul.

Miután a 30 hektáros Szentmiklós-hegyi Kísérleti Telepen a meliorációs munkát elvégeztük, az erózióvédelmi rendszer kialakítását 1998-ban befejeztük, az oltványok eltelepítésére a 2–3. táblában – az alaptrágyázást követően – 1999-ben került sor. Az alaptrágyázás során talajba munkált szerves- és műtrágya adagot a talajanalitikai adatok alapján állapítottuk meg.

Sor- és tőtávolság $2,2 \times 0,8$ m (5680 tőke/ha). A sekély termőrétegű táblákban hegy-völgy irányú (É–D) sorvezetést alakítottunk ki. Egy-egy sor hossza 65 m.

A táblákban 8 nemes- és 8 alanyfajta telepítésével affinitási kísérletet állítottunk be. A kísérletben szereplő szőlőfajták:

Nemes fajták

1. Olaszrizling P.2
2. Furmint P.51
3. Rajnai rizling Ni.378
4. Chardonnay C.116
5. Sauvignon blanc
6. Círfandli
7. Merlot
8. Cabernet sauvignon E.153

Alanyfajták

1. T.5C Gm.10 (Kontroll)
2. Ruggeri 140
3. Richter 110
4. Fercal
5. Georgikon 28
6. T.K. 5BB
7. T.K. 125AA
8. Rup. du Lot*

*2000-ben telepítettük

A kísérletben szereplő fajták megválasztásának szempontjai:

Nemes fajták közül a hegyvidéki minőségi borszőlőtermesztésben országosan, ill. regionálisan kiemelkedő vagy jelentős szerepet játszó fajták kerültek kiválasztásra. A kutatási eredmények, szakmai tapasztalatok alapján a szárazságot viszonylag jól tűrő alanyokat vontunk kísérletbe. A Georgikon 28 Keszthelyen nemesített új magyar fajta. A T.5C Gm 10 alanyt azért választottuk kontrollnak, mert hazánkban az egyik legjobban elterjedt alanyfajta klónja.

Az Olaszrizling és a Cabernet sauvignon fajták mind a 8 alanyfajtra leoltásra és kiültetésre kerültek. A többi nemesfajta megfigyelését kevesebb alanyfajtan sikerült csak beállítani, mert egyes alanyfajták csak korlátozott mennyiségben álltak rendelkezésre.

A kísérletben szereplő nemes- és alanyfajta kombinációk száma 46 (1. táblázat). Egy-egy kombinációban hat parcellán, összesen 30 tőkén (6 × 5) végeztük a mérése-

ket, megfigyeléseket. Ez azt jelenti, hogy a folyamatban lévő kísérletben összesen 276 parcella (46 × 6) 1380 szőlőtőkénének viselkedését, teljesítményét tanulmányoztuk, tanulmányozzuk. Szabadföldi kísérletben azt vizsgáljuk, hogy az aszálykár, meredek hegyoldalon, egyes alanyfajtákkal mérsékelhető-e. Választ akarunk kapni arra a kérdésre, hogy meredek hegyoldalon egyes szőlőfajták milyen stresszhatásnak vannak kitéve, valamint egyes szőlőfajták és egyes nemes-alany kombinációk milyen teljesítményre képesek.

Minden tőkét közepmagas kordonművelésre alakítottunk és a kordonkarokon rövid és hosszúcspokat hagytunk meg. Ezt a tőkeművelés módot azért választottuk, mert az elmúlt évtizedekben azt tapasztaltuk, hogy a kordonművelésű csapos metszéssel terhelt tőkék a fajták többségénél nagyobb stressztűrésűek, mint a szálvesszős művelésűek.

AZ ÉVJÁRATOK (1999–2004) KLIMATIKUS JELLEMZŐI

Ahhoz, hogy a kísérleti táblák ültetvényeinek teljesítményét reálisan értékelhessük, szükségesnek tartottuk, hogy az időjárás jellemzőit a telepítés évétől napjainkig bemutassuk.

Hat év adatai szerint a napfényes órák száma az 50 évi átlaghoz (Pécs, 1951–2000) viszonyítva (2021 óra/év) négy évben volt több (2000, 2001, 2003 és 2004).

A léghőmérséklet 5 évben volt magasabb a 11,6 °C-os sokévi átlagnál.

A csapadék az átlagosnál (782 mm/év) 3 évben volt több (1999, 2001 és 2004).

A hatból kettő év volt szélsőségesen száraz (2000, 2003). A 2003. évi aszály példátlan súlyos kárt okozott. A légköri aszály országosan nagy pusztítást végzett.

A jégverések a kísérleti táblákban 1999 nyarán kettő, 2001-ben pedig egy ízben súlyos, 30–50%-os kárt okoztak. Emiatt 2000-ben és 2002-ben a sérült vesszőket

vissza kellett vágni és a törzsek nevelését a szőlőtőkéken újra előlről kellett kezdeni. Emiatt, továbbá a nagy szárazság okozta károsodás miatt a tervezett tőkeforma kialakítása lelassult, a tőkék termőre fordítására a szokásosnál később, csak a 6. évben kerülhetett sor. 2004-ig a jégkárt és az aszálykárt szenvedett tőkék regenerálódtak és az ültetvények teljes értékűek, minőségi borszőlőtermesztésre alkalmasak.

EREDMÉNYEK

Az 1999-ben telepített ültetvény tőkéi 2004-ben termőre fordultak. Tanulmányunkban a Cabernet sauvignon fajtán, 8 alanyon végzett megfigyeléseink eredményeit ismertetjük. A szüreti eredményeket a 2. táblázatban mutatjuk be.

Az adatok azt jelzik, hogy az alanyfajták jelentősen meghatározzák a tőkénkénti fűrtermés mennyiségét: a kontrollhoz viszonyítva három nemes-alany kombinációban lényegesen több, kettő kombinációban pedig kevesebb volt a termés.

A fűrtermés minőségi mutatói közül sem a mustokban, sem pedig a must titrálható savtartalmában a kezelések között számottevő különbséget nem mértünk.

A tőkénkénti kondíció, vesszőtermés eredményeit a 3. táblázat és a 2. ábra szemlélteti. A 2005 márciusában – metszést követően – végzett mérések eredményei azt mutatják, hogy a tőkék jó erőben vannak, továbbá az R.140-es és az R.110-es alanyokon

élő tőkék vesszőtermésének súlya kiemelkedő, 30–40%-kal több, mint a kontroll fajtáé.

FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAINK

- A szüreti eredmények azt mutatják, hogy a fűrtermés tőkénkénti mennyiségét az alanyfajták lényegesen befolyásolják. A kontrollhoz viszonyítva 20 százalékkal nagyobb termést kaptunk az R.140, R.110 és a Georgikon 28 nevű alanyfajtákon.

- E három alanyfajta tőkéi a telepítést követő minden évben a kontrollnál erősebb fejlődést mutattak. Ez különösen szembetűnő volt 2000-ben és 2003-ban, amikor kísérleti telepünk szőlőtőkéit kiemelkedően nagy szárazság, aszály sújtotta.

- A must minősége minden alanyfajtán kiváló volt, számottevő különbséget nem mértünk.

- A szőlőtőkék vesszőtermése – az alanyok hatására – az R.140 és az R.110-es alanyokon kiemelkedően nagy volt.

- Az R.140-es, valamint az R.110-es alanyokon lévő szőlőtőkéknek mind a fűrtermés, mind pedig a vesszőtermés mennyisége lényegesen meghaladta a kontroll tőkékét (2. ábra).

Az elmúlt 6 év (1999–2004) szakmai tapasztalatai, a 2004. évi szüreti eredmények, továbbá a vesszőtermés adatok azt mutatják, hogy az alanyfajták körültekintő megválasztásával az aszálykár mérsékelhető anélkül, hogy a minőségi borszőlőtermesztés követelményeiről lemondanánk.

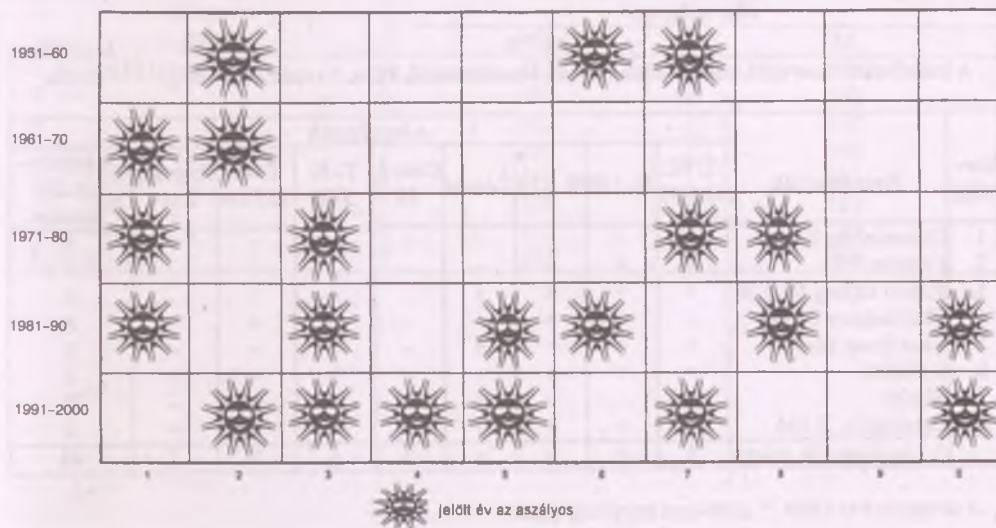
FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) ANTONIO I. (2004): Mineral Nutrient Level Comprisons of Four Table Cultivars on Ten Rootstocks in Northern Chile. *American Journal of Enology and Viticulture* 55(3) 316 Abstract (2) BIACS P. – KOCSONDI Cs.-NÉ – DOBOS Gy. (2004): A magyar mező- és erdőgazdaság feladatai a klímaváltozás tükrében. „AGRO-21” Füzetek, 33. sz. 70–83. pp. (3) BOTOS E. P. – HAHDU E. (2004): A valószínűsíthető klímaváltozás hatásai a szőlő- és bortermelésre. „AGRO-21” Füzetek, 34. sz. 61–73. pp. (4) CSEPREGI P. – ZILAI J. (1988): Szőlőfajta-ismeret és -használat. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 393–403. pp. (5) CSIKÁSNÉ KRIZSICS A. – DIÓFÁSI L. – IJÁSZ I. (2003): Az alanyfajták hatása a Cabernet sauvignon szőlőfajta tápanyag felvételére, eltérő jellegű (csapadékos, aszályos) évszabványokban. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak Összefoglalók, kertészettudo-

- mány (szőlészettudományi szekció) 494. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Budai Campus Kiadó, Budapest (6) DIÓFÁSI L. (1999a): Az alanyfajták hatása a minőségi fehér- és minőségi vörösbort adó fajták teljesítményére. OTKA Zárójelentés 59. FVM SZBKI, Pécs (7) DIÓFÁSI L. (1999b): Domb- és hegyvidéki minőségi borszőlőtermesztés fejlesztésének kiemelten fontos feladatai az ezredfordulón. Jubileumi kiadvány az 50. évfordulóra. FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete, Pécs, 22–59. pp. (8) DIÓFÁSI L. (2001): A környezet- és természetvédelem terén 1992 óta elért legfontosabb eredmények Péccset az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetében, azok gazdasági és társadalmi vonatkozásai. Kézirat. Az MTA Agrártudományok Osztálya felkérésére készült beszámoló, Pécs, 2001. október 29. 6 p. (9) DIÓFÁSI L. – SÉLLEY T. (1990): Az aszály kártétele és az ellene való küzdelem a szőlőben. Szakértői vélemény a szőlőtermesztés technológiájának továbbfejlesztéséhez. KÉÉ DD Kutató Intézet kiadványa, Pécs (10) DIÓFÁSI L. – SÉLLEY T. (1991): Az 1990. évi aszály hatása a szőlőre. Kertgazdaság, 23 (3): 1–13. pp. (11) DIÓFÁSI L. – SÉLLEY T. (1993): Száraz meleg, aszályos időjárás hatása a szőlőre. Kertgazdaság, 25 (2): 43–59. pp. (12) DIÓFÁSI L. – SÉLLEY T. (1995): Az aszály kártétele és az ellene való küzdelem a szőlőben. „AGRO-21” Füzetek, 11. sz. 156–167. pp. (13) DIÓFÁSI L. – IJÁSZ I. – SÉLLEY T. (1992): Aszályos és csapadékos időjárás hatása Olaszrizling borok szabadaminsav-tartalmára Péccsett. Lippay János Tudományos ülésszak előadásai és poszterei (élelmiszeripar), KÉÉ kiadványa, Budapest. 35–38. pp. (14) DIÓFÁSI L. – CSIKÁSZNÉ KRIZSICS A. – BÍRÓNÉ TOMA G. – BENE L. (2000): Vízgazdálkodás, erózió elleni védelem hegyvidéki szőlőkben. Lippay János & Vas Károly Tudományos Ülésszak Összefoglalók, kertészettudomány (szőlészettudományi szekció) 518. Szent István Egyetem Budai Campus Kiadó, Budapest (15) EZZAHOUANI, A. – LARRY, L. E. (1997): Effect of Rootstock on Grapevine Water Status, Productivity and Grape Quality of Cultivar Italia. Bulletin de l'O.I.V. (70) 799–800. pp. (16) EZZAHOUANI, A. – WILLIAMS, L. E. (1995): Influence of Rootstock on Leaf Water Potential, Yield, and Berry Composition of Ruby Seedless Grapevines. American Journal of Enology and Viticulture 46 (4) 559–563. pp. (17) FERRE, D. C. – CAHOON, G. A. – ELLISM, A. – SCURLOCKD, M. – JOHN, G. R. (1996): Influence of Eight Rootstock on the Performance of White Riesling and Cabernet franc over Five years. Fruit Varieties Journal (1996) 50 (2) 124–130. pp. (18) GARY, M. J. M. – STRIEGLER, K. (2002): Rootstock Effects on Chardonnay Productivity, Fruit and Wine Composition. American Journal of Enology and Viticulture 53 (1) 37. p. (19) HAJDU E. (2005): A fajtapolitika alkalmazkodása az agrometeorológiai viszonyok változásához a szőlő-bor ágazatban. „AGRO-21” Füzetek, 42. sz. 121–127. pp. (20) HAJDU E. – KISHONTI A. (1997): Water Usability of Different Vine Varieties. The Importance of Varieties and Clones in the Production of Quality. Wine International Workshop Kecskemét (1997) Abstracts 62. (21) HARNOS ZS. (2005): A klímaváltozás növénytermelési hatásai. „AGRO-21” Füzetek, 38. sz. 38–58. pp. (22) HOFFMANN B. – BURUCS Z. (2005): Termelni, vagy túlélni? A szárazságtűrőről. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. XI. Növénynevelési Tudományos Napok Összefoglalók, Veszprémi Egyetem Georgikon Mg.tud. Kar, Keszthely 68. p. (23) KETTH, S. – JUSTIN, M. G. M. – LAKE, C. (2004): Effect of Rootstock on Growth, Yield, Fruit Composition, and Vine Status of Cabernet franc. American Journal of Enology and Viticulture 55(3) 317 Abstract (24) KISMÁNYOKI T. (2005): A globális klímaváltozás hatásai és válaszai Közép- és Dél-Dunántúl zántóföldi növénytermelésében. „AGRO-21” Füzetek, 41. sz. 81–94. pp. (25) KLEWER, W. M. – BENZ, M. – MORANO, L. (1997): Rootstock and Vine Spacing Effects on Growth, Root Distribution and Water Utilization by Cabernet sauvignon Grapevines in Napa Valley. American Journal of Enology and Viticulture 48(2) 237 Abstract (26) KOCSIS L. – LEHOCZKY É. (2000): Az alanyneves kombinációk és a levelek tápelem-tartalma közötti összefüggések a minőségi szempontjából. Lippay János & Vas Károly Tudományos Ülésszak Összefoglalók, kertészettudomány (szőlészettudományi szekció) 534. Szent István Egyetem Budai Campus Kiadó, Budapest (27) KOCSIS L. – BAKONYI L. – BAKONYI K. (1999): Szőlő alanyok szerepe a minőségi szőlőtermesztésben. „AGRO-21” Füzetek, 29. sz. 85–99. pp. (28) KOPPÁNY GY. (2005): A globális fölmelegedésről és éghajlatváltozásról egy kissé más szemmel. „AGRO-21” Füzetek, 38. sz. 82–88. pp. (29) LARRY, B. (2004): Influence of Rootstock on Growth and Yield Characteristics of Sauvignon blanc Grapevines in the Salinas Valley. American Journal of Enology and Viticulture 55(3) 315 Abstract (30) LÁNG I. (2005): Éghajlat és időjárás: változás – hatás – válaszadás. „AGRO-21” Füzetek, 43. sz. 3–10. pp. (31) LÁNG I. – HARNOS ZS. – JOLÁNKAI M. (2004): Alkalmazkodási stratégiák klímaváltozás esetére:

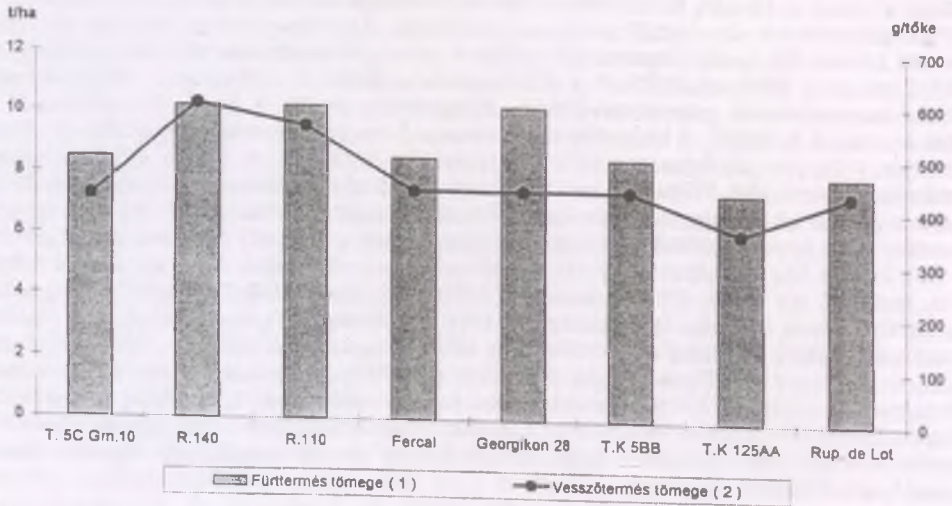
nemzetközi tapasztalatok – hazai lehetőségek. „AGRO-21” Füzetek, 35. sz. 70–77. pp. (12) MCCARTHY, M. G. – CIRAMI, R. M. – FURKALIEV, D. G. (1997): Rootstock Response of Shiraz (*Vitis vinifera*) grapevines to Dry and Drip-irrigated Conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3 (2) 95–98. pp. (21) PERNESZ GY. – TÓTH I. (2001): Méltánytalanul mellőzött a Teleki-Fuhr S.O.4. *Kertészet és Szőlészet*, 50(25): 7. p. (23) SIMON G. – HROTKÓ K. – MAGYAR L. (2002): Alanyok hatása a cseresznyefajták gyümölcsminőségére. *Kertgazdaság*, 34 (3): 1–8. pp. (32) SOLTÉSZ M. – NYÉKI J. – SZABÓ Z. (2004): A klímaváltozás kihatásai a gyümölcsstermesztésben. „AGRO-21” Füzetek, 34. sz. 3–20. pp. (13) STEFANINI, M. – PINAMONTI, F. – DORIGONI, A. (1997): Effect of Several Rootstocks on Vegetative, Productive and Nutritional Status of Chardonnay in Trentino (NE Italy). *American Journal of Enology and Viticulture* 48(2)240 Abstract (39) SZÁSZ G. (2005): Az éghajlat változékonysága és a szántóföldi növények terméshingadozása. „AGRO-21” Füzetek, 38. sz. 59–77. pp. (40) TAKÁCS-SÁNTA A. (szerk.) (2005): Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon. Alinea Kiadó, Budapest, 173 p. (17) TÓTH J. – HORN E. (1999): A törzsszőlő hálózat, a szaporítóanyag szerepe a szőlőtermesztés minőségi fejlesztésében. „AGRO-21” Füzetek, 29. sz. 71–84. pp. (41) VARGA-HASZONITS Z. (2005): Az éghajlat változékonyság hatása az agroökoszisztémára. „AGRO-21” Füzetek, 41. sz. 29–38. pp. (25) VARGA I. – NAGY-KOVÁCS E. (2003): A talajtakarás hatása a talaj nedvességtartalmára és a művelési költségek csökkentésére aszályos időjárásban Gyöngyösön. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak Összefoglalók, kertészettudomány (kertészeti gépésítés szekció) 394. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Budai Campus Kiadó, Budapest

1. ábra



Aszályos jellegű évek Pécssett, SZBKI Pécs, 1951–2000

2. ábra



Cabernet sauvignon szőlőfajta teljesítménye különböző alanfajtákon

1. táblázat
A kísérletben szereplő nemes–alanfajták kombinációi, Pécs, Szentmiklós-hegy, 2–3. tábla

Sor-szám	Nemesfajták	Alanfajták								A kombinációk száma
		T. 5C Gm.10	R. 140	R. 110	Fercal	Georg 28	T.-K. 5BB	T.-K. 125AA	Rup. du Lot*	
1.	Olaszrizling P.2	+	+	+	+	+	+	+	+	8
2.	Furmint P.51	+	+	-	+	-	-	-	-	3
3.	Rajnai rizling Ni.378	+	+	+	+	-	+	+	-	6
4.	Chardonnay C. 116	+	+	+	+	-	-	+	-	6
5.	Sauvignon blanc	+	+	+	+	-	-	+	-	5
6.	Cirfandli	+	+	+	+	-	-	+	+	6
7.	Merlot	+	-	-	+	-	+	+	-	4
8.	Cabernet s. E.156	+	+	+	+	+	+	+	+	8
	A kombinációk száma	8	7	6	8	2	5	7	3	46

A telepítés éve 1999. * 2000-ben telepített fajták

2. táblázat

Szüreti eredmények, Cabernet Sauvignon, Pécs, 2004

Alany- fajták	Fürttermés		Mustfok KI ^o	Titr. sav g/l
	t/ha	%		
1. T.5C Gm10 (kontroll)	8,5	100	20,1	8,2
2. R.140	10,2	120	20,3	8,3
3. R.110	10,2	120	20,6	8,2
4. Fercal	8,5	100	20,2	8,5
5. Georgikon 28	10,2	120	20,6	8,5
6. T.K. 5BB	8,5	100	20,5	8,5
7. T.K.125AA	7,4	87	20,4	8,6
8. Rup.du Lot.*	8,0	93	20,2	8,0

A telepítés éve 1999 (*2000)

Sor-és tőtávolság 2,2 × 0,8 m(5680 tőke/ha)

Tőkeművelésmód: középmagas kordon

A szüret időpontja: november 4.

3. táblázat

A Cabernet Sauvignon tőkék vesszőtermésének tömege különböző alanyfajtákon, Pécs, 2004

Alany- fajták	Vesszőtermés	
	g/tőke	%
1. T.5C Gm10 (kontroll)	423	100
2. R.140	600	142
3. R.110	557	132
4. Fercal	434	103
5. Georgikon 28	435	103
6. T.K. 5BB	435	103
7. T.K.125AA	357	84
8. Rup.du Lot.	431	102

AZ 1951–2000 KÖZÖTTI IDŐSZAK SZÉLSŐSÉGES NEDVESSÉGI ÉRTÉKEINEK AGROKLIMATOLÓGIAI ELEMZÉSE

VARGA-HASZONITS ZOLTÁN – VARGA ZOLTÁN – LANTOS ZSUZSANNA –
ENZSÖLNÉ GERENCSÉR ERZSÉBET

ÖSSZEFOGLALÁS

A vízháztartási tényezők közül a három legjelentősebbnek: a csapadéknak, a párolgásnak és a talajnedvességnek a szélső értékeit vizsgálják a szerzők, napi adatok alapján. Hangsúlyozzák, hogy az agroklimatológiai analízisnek a három tényező együttes hatását szükséges szem előtt tartani.

A csapadék egyrészt a mennyiségével, másrészt az időbeli eloszlásával hat a növénytermelésre, ezért a nagy csapadékmennyiségeket, valamint a csapadékos napok és a csapadékmentes napok eloszlását egyaránt vizsgálják. Hazánkban a napi 50 millimétert meghaladó csapadékmennyiségek ritkák, s ritkák az egymásután 20 napot meghaladó csapadékmentes időszakok is.

A párolgás idő és térbeli alakulását a tényleges párolgás és a potenciális párolgás hányadosaként előállítható relatív párolgás értékei alapján vizsgálják. A relatív párolgás értékei a téli hónapokban magasak, a nyári hónapokban pedig a legalacsonyabbak. A nedvesebb területeken azonban a párolgási értékek az egész év folyamán magasabbak, mint a száraz területeken. A legkisebb különbség a téli hónapokban mutatkozik, a legnagyobb különbség pedig a nyári hónapokban.

A 4. és az 5. ábra összehasonlítása alapján látható a relatív párolgás és a talajnedvesség közötti szoros kapcsolat. A növények számára a magas (80% feletti) talajnedvesség nem kedvező, de nem kedvező a 45–60% alatti talajnedvesség sem. A talajnedvesség évi menete alapján ezért a növények számára területenként és időszakonként, az évi menetek alapján jól elkülöníthetők a különböző időszakok.

BEVEZETÉS

A csapadék jelenti a növényzet számára a fő vízbeviteli forrást. A túlságosan sok és a túlságosan kevés csapadék egyaránt kedvezőtlen a növényzet számára. A lehullott csapadék nem teljes egészében szívárog be a talajba, mert egy része már a levegőben elpárolog, egy másik része a levélzeten marad és onnan párolog el, egy további rész pedig a talajfelszínről párolog el vagy elfolyik a felszínről. Csak a fennmaradó rész jut be a talajba, és ott tárolódva hasznosul a növényzet számára. Ezért a talajba szívárgó csapadékmennyiséget meg szokták különböztetni a csapadék többi részétől, és a

hasznosulása miatt effektív csapadéknak nevezik (*Dastane, 1974; Doorenbos – Pruitt, 1977*).

Mivel a növények a talajban tárolt vízből elégítik ki vízszükségletüket, ezért rövid távon sem a nagymennyiségű csapadék, sem a csapadékhiány nincs kedvezőtlen hatással rájuk. A nagymennyiségű csapadékok esetében azt kell figyelembe venni, hogy mennyire telítettek a talajok. Ha a talaj közel van a telítettséghez, akkor a lehulló nagy csapadékmennyiség belvizet okozhat. A csapadékhiánynak sincs közvetlen hatása a növényekre. El kell telnie egy időszaknak,

amelynek folyamán a párolgás oly mértékben lecsökkenti a talajban tárolt vízmennyiséget, hogy a növények már csak nehezen tudnak vizet felvenni. Minél tovább tart a csapadékmentes időszak, a folyamatos párolgás következtében annál kevesebb lesz a talajban tárolt víz, s annál inkább szenvednek a növények a vízhiánytól.

A növények vízellátottsága tehát a csapadék és a párolgás egymáshoz viszonyított alakulásától függ, amelyben a csapadékmennyiség tölti be a vízforrás szerepét. Ezért célszerű mindig a vízellátottsági vizsgálatot a csapadékviszonyok elemzésével kezdeni, figyelembe véve természetesen a korábbi vízellátottsági vizsgálatok (Antal, 1998; Cselőtei, 1998; Kozmáné et al., 1995; Szalóky, 1991; Szász, 1995; Varga et al., 2001) eredményeit. Az utóbbi időben az éghajlatváltozás lehetősége tovább növelte a vízellátottsági változások hatása iránti érdeklődést (Antal – Szesztay, 1996; Nováky et al., 1996; Stelczer, 2000).

E munkában a három fő vízháztartási tényező: a csapadék, a párolgás és a talajnedvesség szélsőségeinek tér- és időbeli változásait elemezzük a 20. század második felének adatai alapján. Ez az időszak azért látszik fontosnak, mert utolsó két évtizedében kezdődött el a Föld középhőmérsékletének emelkedése, amit a kutatók egy része az éghajlatváltozás jeleként értelmez.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok az OMSz által működtetett megfigyelőhálózat 15 állomásának (Békéscsaba, Budapest, Debrecen, Győr, Irgyszemcse, Kecskemét, Kompolt, Miskolc, Mosonmagyaróvár, Nyíregyháza, Pécs, Szeged, Szolnok, Szombathely és Zalaegerszeg) 1951 és 2000 közötti napi adataira épülnek. Az adatbázist a Nyugat-Magyarországi Egyetem mosonmagyaróvári Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának agroklimatológiai adatbankjában rendelkezésre álló adatokból állítottuk össze.

Mindenekelőtt azt kívántuk bemutatni, hogy a felhőkből hulló csapadékvíz sorsa hogyan alakul. Ennek a csapadékmennyiségnek az a része, amely a talajba szivárog, az effektív csapadék, s ez növeli ott azt a vízkészletet, amely a növények számára felvehető. A lehulló csapadék tehát egyrészt nem hasznosul teljes mennyiségben, másrészt nincs közvetlen hatással a növények életére, csak a felvehető vízmennyiség fő utánpótlását jelenti.

Ezért az agroklimatológiai vizsgálatokban valamilyen módon mindig célszerű következtetni a talajban tárolt vízmennyiségre is. Jelen munkában a Varga-Haszonits (1991) által kidolgozott talajnedvesség-számítási modellt alkalmaztuk, amely szerint a talajnedvességet (w), mint a növények rendelkezésére álló hasznos vízmennyiséget, a következő formulával határoztuk meg:

$$w = w_0 + P - E = w_0 + P - \frac{E_0}{1 + \exp\left(a + b \frac{w}{w_{MAX}}\right)} \quad (1)$$

ahol w_0 a kezdeti talajnedvesség (a kezdeti hasznos vízmennyiség), P az időszak folyamán lehullott csapadékmennyiség, E a tényleges evapotranszpiráció, E_0 a potenciális evapotranszpiráció, a a és b empirikus konstansok, a w_{MAX} pedig a maximális hasznos vízmennyiség (a szántóföldi vízkapacitás és a holtvíztartalom közötti vízmennyiség).

A vizsgálatban a relatív talajnedvesség értékeit használjuk, azaz a

$$w_r = \frac{w}{w_{MAX}} \quad (2)$$

hányadost, amely a talajnedvesség értékeit a maximális hasznos vízmennyiség arányában adja meg. Az értéket 100-zal megszorozva a talajnedvességet a maximális hasznos vízmennyiség százalékában is kifejezhetjük.

A párolgást a tényleges evapotranszpiráció (E) és a potenciális evapotransz-

spiráció (E_0) értékeivel, vagy a kettő hányadosával, relatív párolgásként (E_r) adjuk meg:

$$E_r = \frac{E}{E_0} \quad (3)$$

Az E_r érték azt fejezi ki, hogy a tényleges párolgás a maximálisan lehetséges párolgásnak hányad része. Ez az érték is megadható százalékos formában.

A CSAPADÉKVISZONYOK

A csapadékviszonyok jellemzésénél mindenekelőtt azt kell hangsúlyozni, hogy a csapadék jelenti a talajban tárolt víz fő bevételi forrását. Bőséges volta vagy hiánya ezért jelentős, de csak közvetett befolyást gyakorol a növények vízellátottságára.

Effektív csapadék. A lehulló csapadék-mennyiség egy része a felszínen elfolyik, egy része elpárolog, egy másik része pedig a gyökérszóna alatti rétegekbe szivárog, ezért a növény számára nem hasznosítható. A növények számára csak az a csapadékvíz hasznosítható, amely beszivárog a talajba és a gyökérszónában lévő talajnedvesség utánpótlását jelenti. Ezt a csapadékmennyiséget nevezzük effektív csapadékmennyiségnek (*Dastane, 1974; Doorenbos – Pruitt, 1977*).

A csapadékvíz sorsának nyomon követéséhez az 1. ábra ad útmutatást. Látható az ábrából, hogy a csapadékvíz egy része veszendőbe megy, mielőtt a talajba jutna, bár ez a rész nem tekinthető jelentős mennyiségnek. A talajba kerülő részből pedig csupán a szántóföldi vízkapacitás és a holtvíz-tartalom közötti vízmennyiséget tudják a növények felhasználni.

A csapadék jelentősége abban van, hogy a talajban tárolt víz legfontosabb bevételi forrása. Erre azért kell felhívni a figyelmet, mert sokszor a csapadékvízzel jellemzik a növények vízellátottsági viszonyait. Az ilyen jellemzés azonban – az elmondottak miatt – legfeljebb első közelítésnek tekinthető. Az

alaposabb vizsgálathoz szükség van a fő kiadást jelentő párolgásnak, vagy pedig magának a talaj víztartalmának a figyelembevételére.

Napi csapadékmennyiségek. A rövid idő alatt lehulló csapadék mennyisége, különböző feltételek mellett, különböző problémákat képes okozni.

(1) A nagymennyiségű csapadékok esetében döntő fontosságú, hogy azok milyen víztartalmú talajokra esnek. A telítettséghez közeli vagy telített talajok esetében ezek belvizet okozhatnak.

(2) Fontos az is, hogy mennyi idő alatt esik le nagyobb mennyiségű csapadék. Ha rövid időn belül zúdul le sok csapadék, akkor a talaj nem tudja olyan gyorsan befogadni, hogy jelentős része ne folyjon el a talajfelszínen. A felszínen elfolyt víz a talajban tárolt vízmennyiség szempontjából nem jelent utánpótlást. Ezenkívül a termőrétet károsodását is kiválthatja.

(3) Fontos továbbá az is, hogy hány egymásutáni napon esik nagyobb mennyiségű csapadék. A több napon át hulló nagyobb mennyiségű csapadék feltölti a talaj vízkészletét, s a vízkapacitáshoz közeli víztartalom esetén belvizet okozhat.

Mind a három esetben a növények számára kedvezőtlen helyzet alakul ki. A hatások figyelembevételénél azonban abból kell kiindulni, hogy a talajokban a pórusokat levegő és víz tölti ki. A növényeknek mindkettőre szükségük van. Ha a pórusokban sok a levegő és kevés a víz, akkor a növények a vízhiány miatt szenvednek. Ha sok a víz a pórusokban, akkor pedig az oxigénhiány (levegőhiány) okoz problémát. Tehát mindig a kettő megfelelő arányára van szükség.

Az egy nap alatt lehullott legnagyobb csapadékmennyiség, az 1951–2000 közötti 50 évben mindegyik vizsgált állomáson meghaladta az 50 millimétert, amint az 1. táblázatból látható. Budapesten (115 mm), Iregszemcsén (121,2 mm) és Mosonmagyaróváron (132,1 mm) a maximális érték 100 mm felett volt.

Hazánk 15 meteorológiai állomására vonatkozóan a 2. táblázatban bemutatjuk az 1951–2000 közötti időszak napi csapadékmennyiségeinek átlagos gyakoriságát. Látható, hogy leggyakrabban a csapadék nélküli napok fordulnak elő. Az év 365 napjából átlagosan 227–249 nappal lehet számolni, amikor nem hullik csapadék. A 0,1–5,0 mm közötti csapadékú napok száma átlagosan 72 és 102 között mozog, s még 5,1–10,0 mm közötti csapadékú nap is átlagosan 17–21 adódik egy évben. Ezután a 10 mm-nél nagyobb csapadékú napok száma rohamosan csökken, s 25 mm-nél nagyobb napi csapadékmennyiségek már évente csak hozzávetőlegesen 1 alkalommal fordulnak elő.

Az 50 mm feletti napi csapadékmennyiségekkel általában 10 évente egyszer, 100 mm feletti napi csapadékmennyiségekkel pedig még ritkábban kell számolni. Az igazán károsító hatású nagycsapadékok tehát az 1951–2000 közötti időszakban nem voltak jellemzőek.

Tartós csapadékhiány. A csapadékhiány csak abban az esetben okoz gondot, ha tartósan jelentkezik. Egy-két napos csapadékhiány rendszerint még viszonylag alacsonyabb talajnedvesség esetén sem jelent visszafordíthatatlan hervadást a növényeknél. A csapadékhiány jelentősége azáltal fokozódik, hogyha minél tovább tart. A tartós vízhiány aszályhoz vezet.

„Az aszályra nincsen jó definíció. Valójában ritkán ismerhetjük meg az aszályt, csak akkor, amikor találkozunk eggyel. Először üdvözljük a csapadékos időszak utáni első derült napot. Majd ahogy a csapadékmentes napok folytatódnak, örülünk a hosszabb, kellemes időjárásnak. Amikor ez már tovább tart, elkezdünk kissé aggódni. Napokkal később pedig már kezdjük bajban érezni magunkat. A kellemes időjárás első csapadékmentes napja azonban éppúgy hozzájárul az aszályhoz, mint az utolsó nap, de senki nem tudja megmondani, milyen erősségű lesz, míg az utolsó nap be nem következik, ami után ismét megjön az eső...s addig nem vagyunk biztosak benne, amíg a növények

nem kezdenek hervadni vagy elpusztulni” *Tannehill (1947).*

A tartós és jelentős vízhiány kialakulásának folyamatát a 2. ábrán szemléltetjük. Az első lépés nyilvánvalóan az, hogy ne hulljon csapadék. Ezért vannak olyan kutatók, akik egy meghatározott küszöbérték alatti csapadékmennyiség előfordulásához kötik az aszályt. A vízutánpótlás megszűnése tehát a kiindulás. Ahhoz pedig, hogy ne essen csapadék, olyan makrometeorológiai viszonyokra van szükség, ahol leszálló légáramlások vannak (anticiklonális helyzet), amelyek akadályozzák a felhőképződést.

Ha ehhez még alacsony légnedvesség és magas hőmérséklet is párosul, akkor a talaj vízvesztése egyre nagyobb lesz, mert a talajon keresztül történő párolgás (evaporáció) és a növényeken keresztül történő párologtatás (transzspiráció) együttese (evapotranszspiráció) igen jelentőssé válik. Ezért van az, hogy a kutatók egy jelentős része a csapadék és a párolgás egymáshoz való viszonyát használja a száraz időszakok és az aszály jellemzésére.

A hosszabb ideig tartó csapadékhiány, alacsony légnedvességgel és magas hőmérséklettel párosulva, gyorsan csökkenti a talaj vízkészletét, amit fokozhat még a párolgást elősegítő talajművelési módszer alkalmazása és a mélyen a termőréteg alatt elhelyezkedő talajvízszint. Így a talaj vízkészlete egy olyan kritikus érték alá csökkenhet, ami megnehezíti a növények vízfelvételét. Ezért a növénytermesztés szempontjából az aszály jellemzésére az egyik legjobb mutató a talaj hasznos vízkészlete.

Természetesen, hogy melyik növény számára mi a kritikus érték, az attól is függ, hogy milyen az adott növény szárazságtűrőképessége. Minél vízigényesebb a növény, annál magasabban van az a küszöbérték, amely alatt a növény már szenved a vízhiánytól, s megfordítva, minél kisebb vízigényű a növény, annál alacsonyabban van a kedvezőtlen víztartalmat jelentő küszöbértéke.

Amikor a vízhiány hosszantartó és jelen-

tős mérvű, akkor tehát aszályról beszélünk. S ez a növénytermelés szempontjából kisebb-nagyobb termésvesztéséget vagy terméspszutulást is jelenthet. Ezért gazdasági szempontból az aszályt a termelés kockázati tényezői közé kell számítani. Emiatt nemcsak az a fontos, hogyan alakul ki az aszály, hanem az is, hogy az egyes területeken milyen intenzitással és milyen gyakran fordul elő.

Szükség van tehát a szárazság és az aszály valamilyen számszerű jellemzővel történő meghatározására is. Az aszályt már sokszor és sokféleképpen definiálták (*Hounam et al., 1975; Varga-Haszonits, 1988*), de az aszály szempontjából mindenképpen elsődlegesnek tekinthető, hogy figyelembe vegyünk, hány egymásutáni napon nem hullott csapadék.

Megvizsgáltuk, hogy az elmúlt 50 évben (1951–2000) hazánkban hogyan alakult az egymásutáni csapadékmentes napok száma. Ilyen vizsgálatot már korábban is végeztünk az 1951–1980 közötti időszakra vonatkozóan (*Varga-Haszonits, 1983*). Tudjuk, hogy a növények a gyakran előforduló eseményekhez alkalmazkodnak, ezért a ritkán előforduló események – különösen ha kedvezőtlenek is (pl. a csapadékhiány) – veszélyesek a növények számára, mert velük szemben nem tudtak kifejleszteni védekező mechanizmust.

Hazánkban, a múlt század utolsó 50 évében előfordult csapadékös napok átlagos számát, a leghosszabb csapadékmentes időszakokat és azok kezdeti és utolsó napját a 3. táblázatban tüntettük fel.

Látható, hogy a csapadékös napok száma 119 és 135 között, a csapadékmentes napok száma pedig 227 és 249 között változik. A csapadékmentes napok száma tehát jóval több, mint a csapadékös napoké. Leghosszabb egymásutáni előfordulásuk, a vizsgált 15 állomás közül, két állomáson elérte vagy meghaladta a 60 napot, de mindenütt több, mint 30 nap. Érdekes, hogy a legtöbb egymásutáni csapadékmentes nap az egyes meteorológiai állomásokon más és más időpontokban fordult elő.

A 15 állomásra vonatkozóan megvizsgáltuk azt is, hogy átlagosan milyen gyakran fordultak elő az 1951 és 2000 közötti időszakban, egy éven belül, különböző hosszúságú csapadékmentes időszakok. A 15 állomásra kapott területi átlagot a 3. ábrában láthatjuk.

A 3. ábrából látszik, hogy az egy-két napos csapadékmentes időszakok a leggyakoribbak. A hosszabb időszakok csökkenő gyakorisággal fordulnak elő. Általában 15–20 napos csapadékmentes időszakokkal még minden évben lehet számolni, de 20 napnál hosszabb csapadék nélküli időszakok már ritkák. Legfeljebb 10 évente egy-egy alkalommal fordulnak elő.

A RELATÍV PÁROLGÁS SZÉLSŐ ÉRTÉKEI

A relatív párolgás, mely a tényleges és a potenciális evapotranszspiráció hányadosaként határozható meg, nedvességi jellemzőérték, azaz segítségével számszerűen jellemezhető egy adott terület nedvességi viszonyai egy adott időszakban. Ha a tényleges vízleadás értéke lényegesen elmarad a maximálisan lehetséges értéktől, az azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló vízkészletet szűkösek, ezért nincs miből párologtatni. Ilyenkor a relatív párolgás értéke alacsony, szélsőséges esetben közelít a nullához. Az ilyen E_r értékek a száraz területeken, illetve száraz időszakokban fordulnak elő.

Ha a tényleges evapotranszspiráció közelít a potenciális párolgáshoz, az azt jelzi, hogy van elég nedvesség a talajban (van miből párologtatni), s ilyenkor a relatív párolgás magas értékei fordulnak elő; a százalékosan kifejezett E_r közelít a 100%-hoz. Ez tapasztalható a nedves területeken, illetve a nedves időszakokban.

A 4. táblázat hazánk különböző területeire vonatkozóan mutatja be a relatív párolgási értékek előfordulási gyakoriságát, a 20. század második felében. A relatív párolgás értékeit 10%-os osztályokba soroltuk. Jól

látható a táblázatból, hogy a 91–100% közötti értékek gyakorisága a legnagyobb, ami a hosszú nedves időszaknak (Varga-Haszonits et al., 2003) tulajdonítható, amikor a tényleges és potenciális párolgás nagyon közel van egymáshoz. A magas relatív párolgás értékek gyakorisági eloszlásában is jelentős területi változékonyság tapasztalható. A Dunántúl nyugati részén az év napjainak legalább a felét – Zalaegerszegen csaknem kétharmadát – ilyen magas relatív párolgás jellemzi, a Dunántúl többi részén és Északkelet-Magyarországon 40% körüli vagy feletti gyakoriság mutatható ki, ugyanakkor az Alföldön, s különösen annak középső részén már csak kb. az év harmadában fordulnak elő magas relatív párolgás értékek.

A többi gyakorisági kategória is szembe-tűnően mutatja ezt a területi eloszlást: míg az Alföldön és Közép-Magyarországon az év ötödében a tényleges párolgás a potenciális párolgás 30%-a alatt marad, addig Szombathelyen és Zalaegerszegen mindössze 3% körül mozog az ilyen alacsony értékek gyakorisága, azaz 10 nap körüli az évenkénti átlagos esetszám.

A 4. táblázat ugyan nem tartalmazza, de érdemes megemlíteni, hogy az évi átlagos relatív párolgás az ország szárazabbnak tekinthető alföldi és közép-magyarországi területein alig haladja meg a 60%-ot, míg a nedves nyugat-dunántúli vidéken 80% fölötti.

A relatív párolgásnak nemcsak a területi, hanem az időbeli ingadozása is jelentős. A 4. ábra az éven belüli változékonyságot mutatja be 50 évi napi adatok segítségével. A 15 állomás adataiból számolt országos átlag az év elején 90% feletti, s a tél végéig emelkedő tendenciát mutat, jelezve ezzel a nedvességi állapot növekedését. Március elején sokéves átlagban 97%-kal éri el maximumát, majd egyre intenzívebben csökken. A relatív párolgás április közepén süllyed 90% alá, s május elején 80%, május közepén pedig már 70% alá esik. Ezt követően a csökkenés üteme lassul. Június végén csökken 60%,

július utolsó dekádjában pedig 50% alá. A tényleges vízleadás a legkisebb (43%-ban) augusztus közepén, majd ezt követően – a potenciális párolgás csökkenésével – egyre gyorsuló ütemben növekszik E_p értéke: míg az 50-ről 60%-ra való növekedéshez jó egy hónap kell, további 10%-os emelkedés újabb 10 nap alatt végbemegy novemberben. December végére a relatív párolgás ismét 90% feletti.

A 4. ábra az ország egy-egy száraz és nedves területének évi menetét is bemutatja. Míg Szombathelyen átlagosan alig csökken 60% alá a relatív párolgás, addig Szegeden kb. az év felében ilyen korlátozott a párolgás, sőt két és fél hónapig 40% alatti értékek tapasztalhatók. A nedves időszakban lényegesen kisebb a területi változékonyság, a télvégi maximum értéke megegyezik Szombathelyen és Szegeden, s jó két hónapig minimálisak a relatív párolgás eltérései a száraz és nedves területeken.

A TALAJ VÍZTARTALMA ÉS A METEOROLÓGIAI VISZONYOK

Hazánk éghajlati viszonyainak a jellemzője, hogy az évet jól elkülöníthetően két időszakra lehet osztani. Az egyik időszakban több csapadék hull, mint amennyit a levegő képes elpárologtatni (nedves időszak), a másikban a levegő jóval több csapadékot képes lenne elpárologtatni, mint amennyi ténylegesen lehullik (száraz időszak). Ennek megfelelően alakulnak a talajnedvességi viszonyok is. A nedves időszakban a talajoknak magas a nedvességtartalma, a száraz időszakban viszont erősen lecsökken (Varga-Haszonits – Varga, 2003). Ez összefüggésbe hozható a relatív párolgás változásaival.

A talajban lévő víz a talajpórusokban található. Minél több a víz a pórusokban, annál kevesebb levegő marad bennük, s a növények oxigénhiány miatt szenvednek. Minél több a levegő bennük, annál kevesebb a víz, s egy idő után a növények már csak nehezen tudják a vizet felvenni, vagy esetleg

egyáltalán nem tudják felvenni, ezért vízhiánytól szenvednek. Általában azt lehet mondani, hogy ha a talaj víztartalma a maximális hasznos víztartalom 80%-a fölött van, akkor az már nem kedvező a növények számára. Ugyanakkor a kedvező víztartalom alsó határa növényenként különböző lehet, többnyire a maximális hasznos víztartalom 40%-a és 65%-a között változik (Szalóky, 1991).

Ha felrajzoljuk a talajnedvesség évi menetének relatív értékeit, akkor a különböző helyek talajnedvességi viszonyait egyszerűen össze tudjuk hasonlítani. Hasonlóképpen a relatív párolgás vizsgálatának módszeréhez, kiválasztottunk hazánk legnedvesebb (Délnyugat-Dunántúl) és legszárazabb területéről (Dél-Alföld) egy-egy állomást, és az 5. ábrán bemutatjuk, az 1951–2000 közötti időszakokra vonatkozóan, a napi adatokból számított évi meneteket, melyek nagy hasonlóságot mutatnak a 4. ábrán megjelenített görbékkel.

Látható az 5. ábrán, hogy olyan túlságosan nedves (80% feletti nedvességű) talajra, amely a növények többsége számára kedvezőtlen, Szombathelyen november közepe és április közepe között, Szegeden pedig csak az év elejétől március végéig lehet számítani. A tavaszra jellemző fokozatos talajnedvességcsökkenés olyan, hogy Szombathelyen április közepe és november közepe között még sokévi átlagban is csak augusztus középső felében csökken rövid időre a talajnedvesség 60% alá, vagyis szinte az egész vegetációs

periódusban – még 50 évi átlagban is – a növények többsége számára kedvező intervallumban marad. Ugyanakkor Szegeden csak április hónapban és május első dekádjában van a kedvező (60–80% közötti) tartományban. Itt a további csökkenés következtében június végén már sokévi átlagban is 50% alá csökken és ott is marad egészen november elejéig. Ezután – a novemberi másodlagos csapadékmaximum hatására – fokozatosan nedvesedik, november második felére már ott is 60% fölé emelkedik és év végéig a kedvező (60–80% közötti) sávban emelkedik tovább.

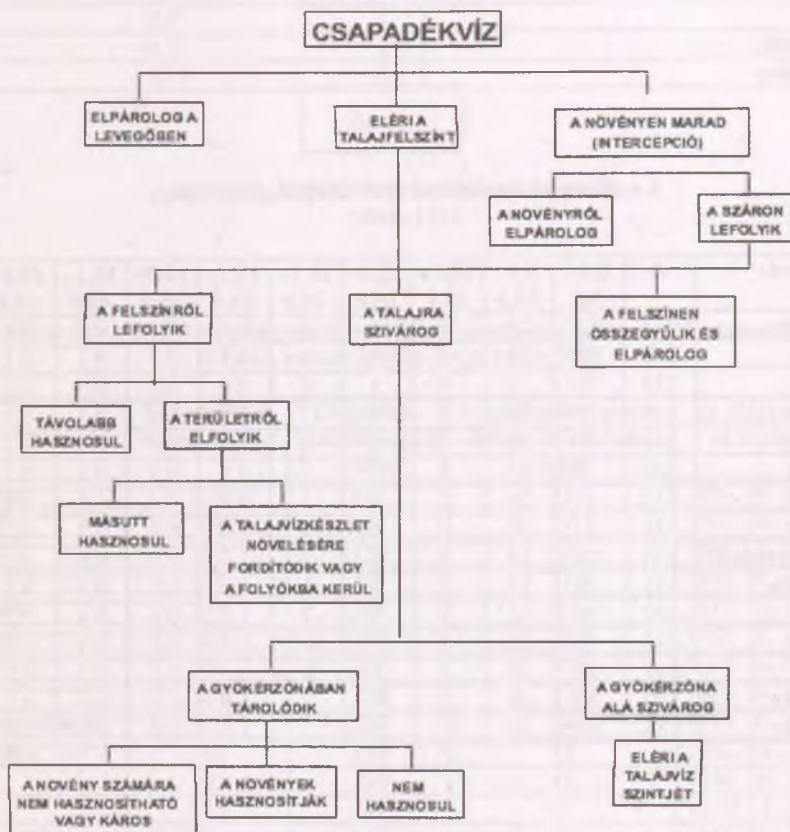
A talaj nedvességtartalmának ezt az éven belüli alakulását a meteorológiai viszonyok szabályozzák. A novemberi másodmaximum után megkezdődik a talajban lévő víz felhalmozódása, mert a léghőmérséklet csökkenése következtében nagyon alacsony párolgás még a minimumban lévő csapadéknál is lényegesen kevesebb. Így adódik az az érdekes jelenség, hogy hazánkban februárban alakul ki a talajnedvesség maximuma, amikor a csapadéknak minimuma van. Tavasztól a fokozatosan emelkedő hőmérséklet hatására megnövekszik a párolgás és egészen október végéig a levegő több vizet képes elpárologtatni, mint amennyi csapadék formájában lehullik. Ebben a száraz jellegű időszakban is azonban a hűvösebb nyugati és északi területeken magasabb marad a talaj nedvességtartalma, mint az ország középső és déli szárazabb területein.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) ANTAL E. (1998): Az időjárás és éghajlat kapcsolata a növényállományok vízforgalmával. Meteorológiai Tudományos napok '98, OMSz, Budapest, 15–28. pp. (2) ANTAL E. – SZESZTAY K. (1996): Climate and water ecology. Időjárás 100. 193–206 pp. (3) CSELŐTEI L. (1998): Az időjárás hatása a növények vízellátottságára és termésére. Meteorológiai tudományos napok '98, OMSz, Budapest 7–14. pp. (4) DASTANE, N. G. (1974): Effective Rainfall in Irrigated Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 25, Rome, 62 p. (5) DOORENBOS, J. – PRUITT, W. O. (1977): Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper, FAO Rome, 143 p. (6) HOUNAM, C. E. – BURGOS, J. J. – KULIK, M. S. – PALMER, W. C. – RODDA, J. (1975): Drought and Agriculture. Technical Note No. 138. WMO Geneva, 127 p. (7) KOZMÁNÉ TÓTH E. – POSZA I. – TIRINGER Cs. (1995): Szántóföldi növényállományok vizigénye, tényleges párolgása és öntözővíz szükséglete. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok 3. OMSz, Budapest, 33–96. pp. (8) NOVÁKI B. – BUSSAY A. – DOMONKOS P. (1996): Éghajlati

változások hatása az öntözővizigényre. Éghajlati és Agrometeorológia Tanulmányok 5. 108 p. (9) STELCZER K. (2000): A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 411 p. (10) SZALÓKY S. (1991): A növények vízigénye és öntözésigényessége. In: Lelkes L. – Ligetvári F. (szerk.): Öntözés a kisgazdaságokban. Folium Könyvkiadó Kft., Budapest, 21–42. pp. (11) SZÁSZ G. (1995): Főbb termesztett növények természetes vízhasznosulása Magyarországon. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok. 3. OMSz, Budapest, 11–31. pp. (12) TANNEHILL, I.R. (1947): Drought, its causes and effects. Princeton University Press, Princeton, N.J. 264 p. (13) VARGA-HASZONITS Z. (1983): Agroclimatology and agrometeorological forecasting. OMSz, Budapest, 426 p. (14) VARGA-HASZONITS Z. (1988): Az aszály és hatásának agroklimatológiai elemzése. Vízügyi Közlemények, LXX. évf., 2. füzet, 245–259. pp. (15) VARGA-HASZONITS Z. (1991): Az őszi búza vízellátottsága és vízfogyasztása. Beszámoló az 1987-ben végzett tudományos kutatásokról, OMSz, Budapest, 103–117. pp. (16) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. (2003): Seasonal changes of soil moisture in Hungary. Időjárás, Vol. 107., No. 3–4, 189–198. pp. (17) VARGA Z. – VARGA-HASZONITS Z. – LANTOS Zs. (2001): A kukorica hőmérsékleti és nedvességi igényének meghatározása a terméshozamokra gyakorolt hatás alapján. Növénytermelés, 50 (2–3), 345–358. pp. (18) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS Zs. – VAMOS O. – SCHMIDT R. (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. Lóripriint, Mosonmagyaróvár, 223 p.

1. ábra



A csapadékvíz útja a felhőtől a mélységi leszivárgásig

Forrás: Dastane, 1974

1. táblázat

**Az egy nap alatt lehullott maximális csapadékmennyiség
1951–2000**

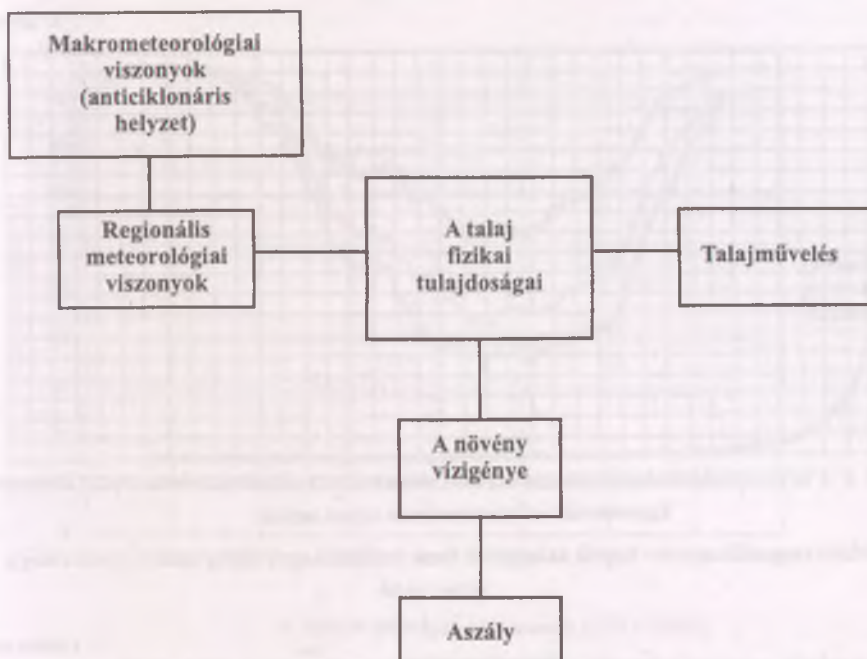
Megfigyelő állomás	Napi maximális csapadékmennyiség (mm)
Békéscsaba	60,3
Budapest	115,5
Debrecen	80,3
Győr	63,0
Iregszemcse	121,2
Kecskemét	81,2
Kompolt	80,7
Miskolc	69,9
Mosonmagyaróvár	132,1
Nyíregyháza	83,7
Pécs	97,4
Szeged	59,9
Szolnok	73,0
Szombathely	71,6
Zalaegerszeg	97,8

2. táblázat

**A napi csapadékmennyiségek átlagos gyakorisága
1951–2000**

Állomás	0	0,1–5,0	5,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–25,0	25,1–30,0	30,1–35,0	35,1–40,0	40,1–45,0	45,1–50,0
Békéscsaba	227	102	21	8	4	2	0,8	0,6	0,3	0,1	0,1
Budapest	243	89	18	7	4	2	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1
Debrecen	236	95	19	8	3	2	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1
Győr	238	93	19	7	4	2	1,0	0,6	0,3	0,2	0,1
Iregszemcse	246	79	20	9	5	2	1,0	0,7	0,3	0,3	0,1
Kecskemét	243	72	14	6	3	2	0,5	0,3	0,1	0,1	0,0
Kompolt	249	81	20	7	4	2	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2
Miskolc	238	81	20	7	4	2	1,0	0,4	0,3	0,2	0,2
Mosonmagyaróvár	230	100	19	8	4	2	1,0	0,5	0,2	0,2	0,2
Nyíregyháza	235	98	19	7	3	1	0,5	0,7	0,1	0,2	0,0
Pécs	230	96	21	9	5	2	1,0	0,6	0,4	0,2	0,1
Szeged	242	92	17	7	3	2	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1
Szolnok	242	93	17	7	3	1	0,9	0,5	0,2	0,2	0,2
Szombathely	230	97	19	9	4	2	1,0	0,6	0,5	0,2	0,2
Zalaegerszeg	235	88	20	10	5	3	1,0	0,9	0,5	0,3	0,3

2. ábra



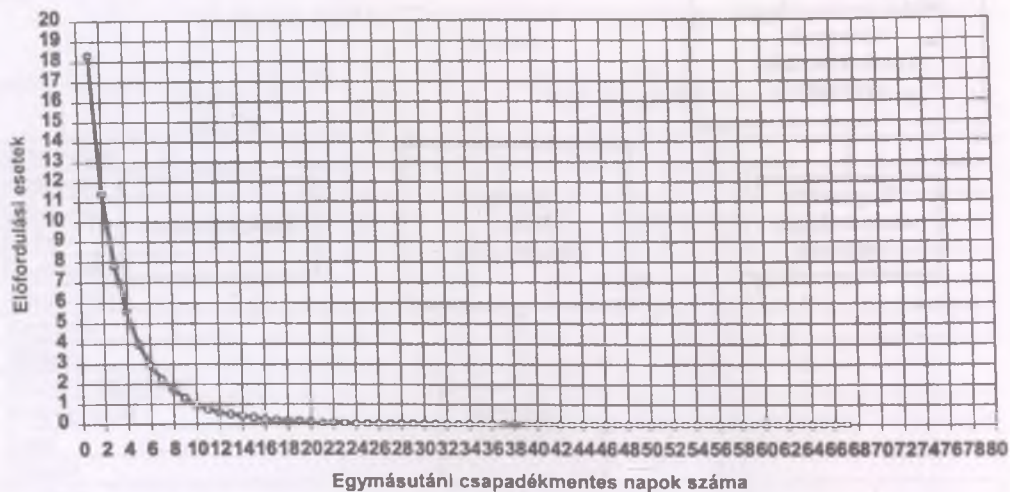
Az aszály kialakulását befolyásoló tényezők

3. táblázat

A csapadékos és csapadékmentes napok évi átlagos száma és a leghosszabb csapadékmentes időszak hossza és időpontja, 1951–2000

	Csapadékos napok száma	Csapadékmentes napok száma	Leghosszabb csapadékmentes időszak (nap)	Az időszak kezdeti és utolsó napja
Békéscsaba	138	227	38	1986. 08. 31.–10. 06.
Budapest	122	243	47	1992. 07. 14.–08. 31.
Debrecen	129	236	67	1976. 01. 31.–04. 06.
Győr	127	238	34	1989. 01. 09.–02. 11.
Irgszemcse	119	246	39	1983. 10. 18.–11. 25.
Kecskemét	122	243	38	1961. 02. 21.–03. 30.
Kompolt	116	249	40	1961. 09. 08.–10. 17.
Miskolc	127	238	37	1962. 09. 23.–10. 29.
Mosonmagyaróvár	135	230	39	1959. 01. 12.–02. 19.
Nyíregyháza	130	235	38	1986. 08. 30.–10. 18.
Pécs	135	230	41	1956. 08. 24.–10. 03.
Szeged	123	242	37	1972. 11. 25.–12. 31.
Szolnok	123	242	60	1961. 08. 23.–10. 28.
Szombathely	135	230	40	1983. 10. 18.–11. 26.
Zalaegerszeg	130	235	32	1998. 01. 23.–02. 23.

3. ábra



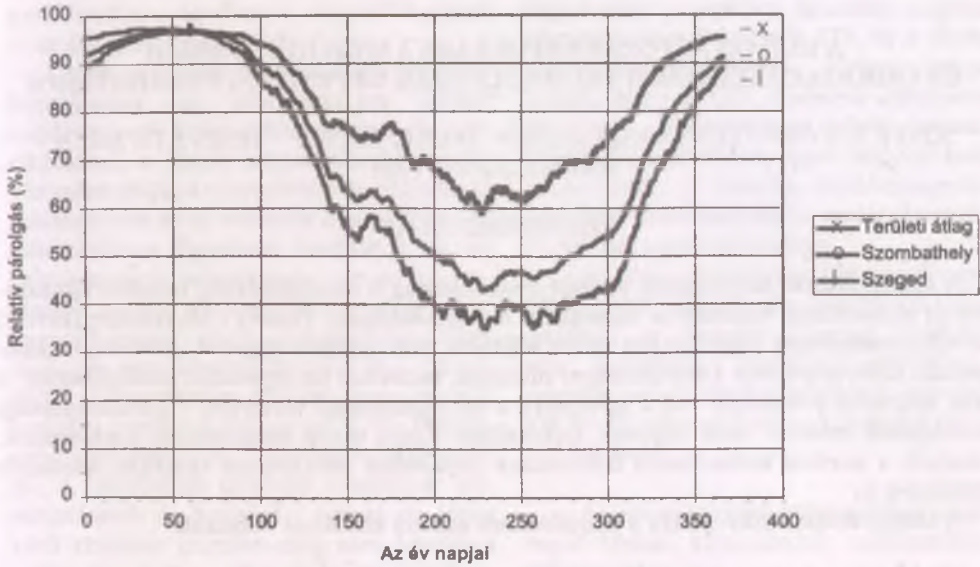
Az egymásutáni csapadéktmentes napok számának éven belüli átlagos előfordulási gyakorisága

4. táblázat

A relatív párolgás százalékos értékeinek átlagos gyakorisága, 1951–2000

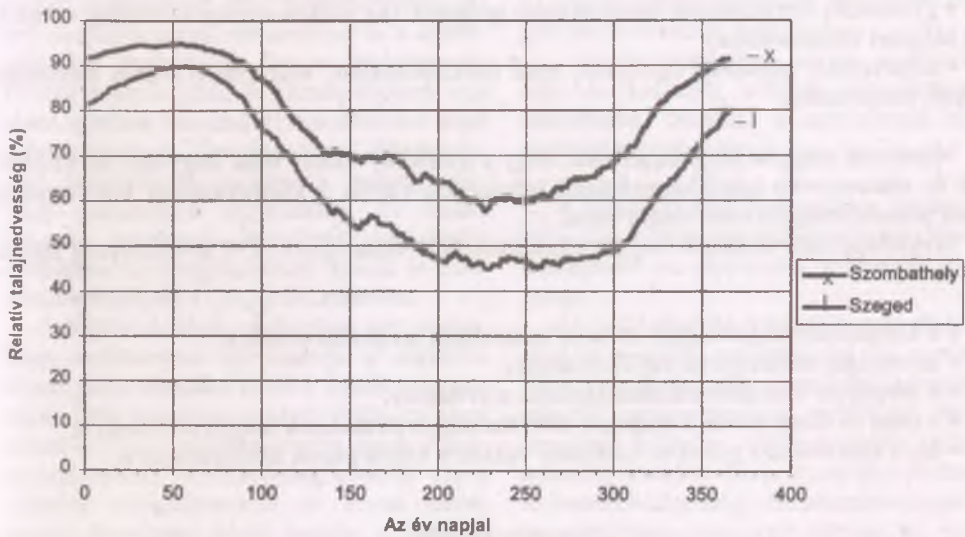
	0–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100
Békéscsaba	0,6	6,3	8,1	7,6	7,4	7,2	7,4	6,9	9,6	38,9
Budapest	2,6	10,6	10,0	8,2	7,3	6,3	6,0	5,5	7,0	36,6
Debrecen	0,4	5,0	9,1	9,7	8,4	6,1	6,0	6,8	8,8	39,8
Győr	0,1	3,7	8,3	8,6	8,1	7,2	7,4	7,7	11,5	37,6
Iregszemcse	0,2	3,6	5,0	6,5	7,0	6,8	6,2	7,1	10,0	47,7
Kecskemét	2,7	10,4	8,9	7,7	6,0	5,2	5,4	5,0	7,2	41,4
Kompolt	1,0	6,9	7,6	7,7	7,9	7,5	7,3	7,1	9,1	37,7
Miskolc	0,4	3,7	5,6	5,5	7,5	8,1	7,8	8,7	12,6	39,9
Mosonmagyaróvár	0,0	2,1	5,0	6,1	6,6	6,0	7,7	8,2	11,7	46,7
Nyíregyháza	0,9	6,2	8,3	7,9	6,8	6,1	7,1	6,1	7,3	43,1
Pécs	0,5	4,9	7,1	7,6	7,7	6,8	7,0	7,7	10,6	40,2
Szeged	1,8	8,9	9,2	8,9	7,3	6,0	6,0	7,1	7,3	37,5
Szolnok	1,0	7,9	9,3	8,7	7,8	7,2	6,8	6,9	9,5	34,8
Szombathely	0,1	0,7	2,3	4,3	4,9	5,7	6,5	8,3	12,0	55,2
Zalaegerszeg	0,0	0,6	2,4	3,3	4,0	4,8	4,7	5,7	8,7	65,8

4. ábra



A relatív párolgás évi menete (1951–2000)

5. ábra



A relatív talajnedvesség évi menete (1951–2000)

A KLÍMAVÁLTOZÁS BEFOLYÁSA A MEZŐGAZDASÁGI ÉS ERDŐGAZDÁLKODÁSI TECHNOLÓGIÁK GÉPESÍTÉSI FELADATAIRA

JÓRI J. ISTVÁN – FENYVESI LÁSZLÓ – HAJDÚ JÓZSEF – HORVÁTH BÉLA –
WACHTLER ISTVÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás feltételezett hatásai gyakorlatilag a mezőgazdaság minden ágazatában érvényesülnek valamilyen formában. A csapadékhiány (aszály), ill. felesleg (belvíz) következményeinek elhárítására neves elődeink már számos eljárást, módszert kidolgoztak. Ezek gépesítési követelményei műszaki, technikai szempontból kielégíthetők. A csak időnként jelentkező extra igényekre a mezőgazdasági termelők – gazdaságosságai problémáik miatt – nem képesek felkészülni. Ezért olyan megoldások szükségesek, amelyek a normál üzemeltetési feltételeken túlmenően alkalmasak speciális feladatok ellátására is.

A klímaváltozás kihívásaira a gépesítésben adható általános válaszok:

- technológia változtatás (vízgazdálkodást javító eljárások kidolgozása, alkalmazása);
- művelet összevonás/elhagyás (a kedvezőtlen talajállapot kialakításának megelőzése, csökkentése);
- gyorsabb, flexibilisebb, hatékonyabb géppark (az alkalmazástechnikailag optimális időpont kihasználása);
- célorientált gépesítés (speciális, csak időszakonként, veszélyhelyzetben szükséges gépek beszerzése).

Mindezek alapján megállapítható, hogy a hatékony válasz csak nagyobb beruházással és alacsonyabb gépkihhasználással lehetséges, vagyis a klímaváltozás kihívásainak csak pluszköltséggel lehet eleget tenni.

Megállapítható továbbá, hogy a gépesítésben is szükséges a K+F tevékenység folytatása:

- a különböző technológiák eróziós hatásainak meghatározására;
- az energia felhasználás csökkentésére;
- a megújuló energiák alkalmazásának növelésére;
- a talaj és állati eredetű emisszió mértékének és hatásának meghatározására;
- új, a kihívásokra gyors és hatékony válasza képes gépek kifejlesztésére.

BEVEZETÉS

A klímaváltozás várható következményeivel évtizedek óta foglalkoznak a hazai kutatók. Különböző éghajlat-változási forgatókönyvek készültek. A 20. század kilencvenes

éveiben az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Környezetvédelmi Minisztérium munkatársai több alkalommal összegezték és publikálták a változások várható tendenciáit

és ezek hatásait, elsősorban a mező- és erdőgazdálkodásra, továbbá a vízgazdálkodásra és az energiafelhasználásra.

A mezőgazdasági kutatók közel száz éve foglalkoznak az időszakonként fellépő aszályos évek kedvezőtlen hatásainak mérséklésével, a károk megelőzésével. A növénynemesítők, a talajműveléssel foglalkozó szakemberek és az erdészek már azokban az időszakokban figyelmet fordítottak az alkalmazkodási lehetőségek kimunkálására, amikor azokat a kifejezéseket, hogy „környezetvédelem”, vagy „globális klímaváltozás” még nem ismerték és ezért nem is használták. Egyértelműen állítható, hogy jelentős szellemi potenciál halmozódott fel Magyarországon a klímáról, annak változékonyágáról, a szélsőséges időjárási események előfordulásáról és hatásáról. Átfogó és teljes körű szintézis azonban még nem készült a „változás – hatás – válaszadás” rendszerben, ami a VAHAVA projekt célja.

A Bruntland jelentés 1987-ben elsők között fogalmazta meg az antropogén eredetű, vagyis a légkörben lévő üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése és a klímaváltozási tendenciák, így a felmelegedés közötti összefüggést. A klimatológusok egy része azonban mindmáig nem azonosul ezzel a feltételezéssel. Természetesen abban minden tudományos vélemény megegyezik, hogy nemzetközi egyezmény, és annak nyomán hatékony, koordinált intézkedés szükséges az üvegházhatású gázok és ezek közül különösen a CO₂ csökkentésére.

A légkörvédelem elsősorban azt jelenti, hogy csökkenteni igyekeznek a légkörbe kijutó üvegházhatást kiváltó gázok mennyiségét. Magyarország mintegy 0,5%-kal járul hozzá a Föld légkörébe kijutó gázok felhalmozódásához. A viszonylag csekély arány ellenére elfogadhatatlan az olyan nézet, amely figyelmen kívül hagyja a globális igényeket. Magyarország ugyanis nemzetközi kötelezettségeket vállalt. A Kiotói Jegyzőkönyvben foglalt 6% CO₂ csökkentés teljesítése nem jelent nagyobb nehézséget, mert a hazai nehézipar jelentős leépítése

következtében lehetővé vált annak elérése. Ugyanakkor a gépkocsi állomány nagymértékű növekedése fokozza a CO₂ és a dinitrogén-oxidok kibocsátását. Fontos hangsúlyozni, hogy a CO₂ emisszió csökkentése nem csak klímavédelmet jelent, hanem a természeti erőforrások egyik nagyon fontos csoportjának, a fosszilis tüzelőanyagoknak takarékos felhasználását is, ami a fenntartható fejlődés egyik előfeltétele.

A Nemzetközi Környezetvédelem Program (2003–2008) kilenc akcióprogramja között található az Éghajlat-változási akcióprogram, amelyben a következő specifikus és operatív célkitűzések szerepelnek, amelyekkel koordinálni szükséges a kutatási projektek feladatait:

– Az energiagazdálkodási tevékenységből eredő légköri kibocsátások csökkentésének előmozdítása.

– Megújuló energiahordozók hasznosításával kapcsolatos technológiák fejlesztése és elterjesztése.

– A közlekedési eredetű szennyező anyagok kibocsátásának mérséklése.

– Az üvegházhatású gázok mezőgazdasági és hulladék eredetű kibocsátásának mérséklése, valamint a szén-dioxid nyelő kapacitások erősítése.

A klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak ellensúlyozására megfelelő alkalmazkodási stratégiákat és eljárásokat szükséges kidolgozni.

Az MTA-KvVM VAHAVA projekt tematikai terve széles területet ölel fel: meteorológia, mezőgazdaság, ezen belül növénynemesítés, növénytermelés, kertészet, rét- és legelőgazdálkodás, növényvédelem, állattenyésztés, továbbá erdőszet, növényélettan és stressztűrő-képesség, élelmiszertermelés és kereskedelem, természetvédelem és ökológia, földhasználat, vízgazdálkodás, turizmus, regionális fejlesztés, települések energiaellátása, közlekedés, környezet-egészségügy, katasztrófavédelem, ill. gazdasági és jogi szabályozás minden felsorolt területen, koc-

kázatelemzés, oktatás és képzés. A projekt alapkonceptiója a „változás – hatás – válaszadás” (VAHAVA) folyamatok elemzése, feltárása, szintetizálása, ami egyúttal hozzájárulás a fenntartható fejlődés tudományos megalapozásához (Láng, 2003).

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS MEZŐGAZDASÁGI HATÁSAINAK ELEMZÉSE

Az éghajlat és a mezőgazdaság

Az éghajlat a környezetbefolyásoló emberi tevékenységek közé sorolható mezőgazdasági termelés alapvető természeti feltételrendszere, melybe mezőgazdasági tevékenységekkel beavatkoznak, mint például:

- az erdőirtás, amely csökkenti a széndioxid elnyelését végző zöld növényzetet,
- a mocsarak lecsapolása, mert csökkenti a párolgást és növeli az albedót,
- az öntözés, mert növeli a párolgást és csökkenti az albedót és
- azok a tevékenységek, amelyek a levegőbe szilárd részecskéket vagy üvegházhatású gázokat juttatnak, mint például a szántás, ásványi eredetű trágyák használata, tarlótüzek, erdőtüzek stb.

Az emberi tevékenység éghajlatot befolyásoló hatása területi méretben – a hatás intenzitásától függően – globális, regionális és lokális szinten jelentkezhet. A jelen felsorolásban a trópusi erdők nagy méretű irtása a globális szintet jelenti, míg a többi tényező inkább csak regionális vagy helyi szinten hat (Varga-Haszonits, 2003).

A Magyarországon várható klimatikus változások tanulmányozásánál fontos tudni, hogy kontinentális éghajlaton a csapadék mennyisége és éves eloszlása az egyik legfontosabb tényező a gabonatermelésben. Magyarországon az elmúlt évszázadban az éves csapadék átlagosan 83 mm-rel csökkent. Sokszor szó esik a csapadék anomáliái-

ról is, ez azonban nem feltétlenül igazolható. Egyik évről a másikra bekövetkező 2–300 mm-es csapadékingadozásra az elmúlt évszázad során több alkalommal is volt már példa. Tény azonban, hogy pl. a mezőgazdaság szempontjából kritikus 500 mm-es szint alatti csapadék előfordulása gyakoribbá vált: ez 1901 és 1950 között 6 alkalommal, 1951 és 2000 között 10 alkalommal fordult elő (Jolánkai – Láng – Csete, 2003).

Az éghajlatváltozás hatása a vízellátottságra

A globális éghajlatváltozás tendenciája hőmérséklet-emelkedést és csapadékmennyiség-csökkenést jelez.

A növénytermelés szempontjából elsősorban a rendelkezésre álló vízkészlet (csapadék, ill. a folyókból kivehető öntözővíz mennyisége és minősége) várható alakulása, ill. az időjárástól is függő növényi vízigény változásának trendje és nagyságrendje jelentős. A globális éghajlatváltozás a mezőgazdasági vízháztartási folyamatok irányítóit is új egyensúlyi állapot keresésére kényszeríti, s ennek számos, a vízgazdálkodást érintő kedvező és kedvezőtlen következménye lehet, amelynek ellensúlyozására új alkalmazkodási és védekezési stratégiákat, ill. új szabályozási rendszereket kell kidolgozni és alkalmazni.

A növényállomány tényleges evapotranszpirációját (vízfogyasztását) a jelen meteorológiai feltételeknél is csak becsléssel tudjuk meghatározni, mivel az közvetlenül nem mérhető. A nehézségeket az okozza, hogy a légkörfizikai hatótényezőkön (köztük a CO₂ térfogatarányán) kívül a növényállomány vízfogyasztásában meghatározó szerepe van a gyökérszóna vízellátottságának (csapadék, talajnedvesség-készlet, talajvíz szintje), a növényzet biológiai sajátosságainak (faj, fajta, fejlődési fázis) és a természettechnológiának (talajművelés, tápanyagellátás, öntözés, állománysűrűség, növényápolás stb.) (Antal, 2003).

A klímaváltozás hatásaival foglalkozó kutatások jelentős része a természetett növényekkel foglalkozik. A növénynemesítők elsődleges feladata ma nem a hozam növelése, hanem a termésminőség, terméshibabiztonság javítása és a szélsőséges időjárási körülményeknek ellenálló fajták létrehozása. A technológiai kutatásoknak pedig olyan gépesített eljárások kidolgozása, amelyek ezen célok megvalósítását segítik, mivel a korunkban megnövekedett terméshibabiztonsági amplitúdó oka nem csak klimatikus, hanem természetstechnológiai okokban is keresendő.

AGRÁR-MŰSZAKI HATÁSOK ÉS VÁLASZOK A NÖVÉNYTERMELÉSBEN

A fenntartható fejlődés egyik alapeleme Magyarországon a legfontosabb természeti erőforrásunkat képező talajkészletek ésszerű hasznosítása, védelme, megóvása, sokoldalú funkcióképességének fenntartása. A fenntartható (mezőgazdasági) fejlődés érdekében a talaj tulajdonságait és a környezeti tényezőket úgy kell befolyásolni, hogy:

– a felszínre jutó csapadékvíz minél nagyobb hányada jusson a talajba (felszíni lefolyás és párolgás csökkentése);

– a talajba jutó víz minél nagyobb hányada tározódjon a talajban (vízraktározó-képesség növelése, „szivárgási veszteségek” csökkentése);

– a talajban tározott víz minél nagyobb hányada váljon a természetett növények által hasznosíthatóvá (Várallyai, 2002).

A fenti követelményrendszer kielégítése céljából környezet-orientált (talajvédő és környezetkímélő) talajművelési és vetési technológiai fejlesztése érdekében folynak széleskörű kutatások.

A forgatásos talajművelés alapeszközeinél, az ekéknél a váltvaforgató változatok (a legjobbak szántás elmunkálással felszerelve) térhódítása folytatódik. A szántó gépcsoportok

fejlesztésében korszakos irányzatot az elektronika betörése jelent. Az ilyen irányú fejlesztési eredmények mérföldkönek számítanak a precíziós szántás megvalósítása érdekében. Az ISOBUS kommunikációs rendszer és a GPS helymeghatározó rendszer sikeres, együttes alkalmazásához azonban szükség lesz egy hatékony digitális talajállapot térképezési rendszer kidolgozására is.

A forgatás nélküli alpművelés technológiáját lehetővé tevő eszközfejlesztésnek három iránya figyelhető meg.

A kombinált nehéz kultivátorok továbbra is népszerűek, de konstrukciós újítások nem nagyon jelentkeznek. A középmélylazítók területén az íves gerinclemez megoldásokkal próbálkoznak a legtöbben. A gyakorlatban azonban az íves szerszámok keresztirányú csatlakoztatása csak agrotechnikai hibával (lazítatlan sávok) oldható meg, ezért széleskörű alkalmazásukra nem számíthatunk.

A szántás nélküli alpművelés harmadik irányzata a kombinált nehéz tárcsás boronák alkalmazása. A nehéz tárcsás boronák USA-ból indult továbbfejlesztési irányzata elérte Európát is, így a kultivátorral, vagy középmélylazítóval kombinált változatok ma még szegényes választéka a közeljövőben komoly mértékben kiszélesedik.

A magágykészítés és a vetés együttes végzése olyan új követelmény, amely a fejlesztés mozgató rugójának tekinthető. A műveletek összekapcsolásának Nyugat és főleg Észak-Európában agrotechnikai okai vannak, amelyek jól társíthatók az utóbbi idők ökológiai és ökonómiai elvárásaival.

A kisméretű táblákon gazdálkodók számára ma már szinte szabványosnak tekinthető az aktív talajművelő eszköz (rotációs borona, lengő borona, talajmaró) és vetőgép együttes alkalmazása. A nagytáblás gazdálkodást folytatók számára a nehéz magágykészítő-vetőgép kombinációk jelentik a gazdaságos megoldást.

A következő fejlesztési lépcső egy olyan új kombinált gép, amelyben mind a talajelőkészítő egység, mind a vetőgép egység

cserélhető az adott igények szerint. Végül említést kell tennünk azokról a vetőgépekről, amelyek általában nem igényelnek talajelőkészítést (ez alól kivételnek tekinthetők az extrém üzemeltetési körülmények), a vetőágy nyitást a kombinált gépen elhelyezett talajművelő elemek – általában tárcsás borona levelek – végzik.

A széleskörű K+F munkák eredményeként kialakult számos lehetséges megoldás közül napjainkban a *mulcs-technológia alkalmazása kerül előtérbe*. A technológia megvalósításának alapelemei a következők: mulcs-kultivátor, mulcs-lazító, mulcs-vetőgép. A jól megválasztott eszközökkel kialakított mulcsréteg alkalmas a felszíni erózió csökkentésére, a beszivárgás növelésére, de ugyanakkor alkalmas – száraz periódusban – a párolgás csökkentésére, ill. a talaj általi CO₂ kibocsátás csökkentésére.

A talajművelési eljárások hatásának vizsgálata alapján hazai kutatók a következő megállapításokat tették:

- Az időjárási körülmények, elsősorban a hőmérséklet lényegesen befolyásolják a talaj CO₂ kibocsátását. Ha a hőmérséklet 10 °C alá süllyed, az eltérő műveletek emissziós értékei között nincs szignifikáns különbség.

- A talajművelés intenzitása és a szén-dioxid kibocsátás között közvetlen összefüggés figyelhető meg: minél nagyobb a pórus-térfogaton belül a levegőfázis aránya és mélyebben lazított a talaj, annál élelkebb a mikrobiológiai tevékenység, amely a szén-dioxid emisszió fokozódásában nyilvánul meg.

- A CO₂ emisszió nagyságának szempontjából a talajművelési eljárások sorrendje a következő: szántás, középmély-lazítás, kultivátorozás, tárcsázás.

- Az előzőekből következik, hogy olyan eljárásokat és eszközöket célszerű használni, amelyek csak a szükséges mélységben dolgoznak és a talaj felszínén mulcsréteget alakítanak ki.

- A különböző művelési eljárások kibocsátás intenzitási sorrendje a rövid és hosszú időtartamú mérések során nem változott.

- A talaj nedvesség-vesztésének megelőzéséhez hasonlóan, a CO₂ kibocsátás csökkentése érdekében is szükséges a műveletek megfelelő lezárása, mert anélkül – hosszabb idő alatt – a kibocsátott gáz mennyisége és a kibocsátás intenzitása is meghaladja a műveletlen területekét.

- Megfigyelhető, hogy a gázkibocsátás intenzitására jelentős hatással van a talajhőmérséklet. Az intenzitásfüggvény változásai viszonylag jól követik a napszakváltásból adódó talajhőmérséklet változást.

- Az egységnyi felületről a légkörbe kerülő CO₂ mennyisége abszolút értékben ugyan nem sok, de mivel hazánk szántóterülete 4,7 millió hektár kiterjedésű, ezért a talajvédő és kímélő művelés az üvegházgázok (elsősorban szén-dioxid) csökkentése révén globális méretekben nem csak a termőföld, hanem a környezet védelmét is szolgálhatja.

A kedvező talajállapot megóvása – amely az egyik leghatékonyabb válasz a kihívásokra – többféleképpen lehetséges. Az utóbbi időszakban ezek közül a *művelőutas/nyomos termelés, ill. az alacsony nyomású járószerkezetek* (gumiheveder, csökkentett profilmagasságú gumibroncsok) területén folynak biztató kísérletek. A művelőutas/nyomos termelés nemcsak a talajállapot megóvásában, hanem a *hatékony és környezetbarát tápanyagpótlási és növényvédelmi munkákban* is fontos szerepet játszhat. A tápanyag térképekre alapozott precíziós műtrágyaszórás megvalósítására új, hatóanyagokként differenciált, helyspecifikus kijuttatási technológiák fejlesztése folyik. A növényvédelmi kutatások fő iránya a gyomtérképekre támaszkodó növényérzékelős, célra orientált kijuttatás, ill. a felhasznált hatóanyagok mennyiségét komoly mértékben csökkenteni képes alagutas permetezés.

Az aszály ellen azonban továbbra is leghatékonyabb védekezési mód az öntözés. Az ország hidrológiai- és talajviszonyai azonban behatárolják a potenciálisan öntözhető területeket. Ez még távlatilag sem lehet

nagyobb a mezőgazdasági terület 10–12%-ánál. Az öntözés értékelésénél azonban figyelembe kell venni azt is, hogy a legértékesebb fajták termesztése öntözés nélkül jóformán elképzelhetetlen, s termésmentő, ill. fokozó hatása kritikus periódusokban fokozottan jelentkezik. Ugyanakkor számolni kell azzal is, hogy az öntözés feltételeinek biztosítása jelentős beruházásokat igényel, főleg akkor, ha igyekszünk a legmodernebb, *víztakarékos technológiák és berendezések alkalmazására*.

A hagyományos – élelmiszer célú – növénytermesztés mellett fokozott figyelmet kell szentelni a CO₂ kibocsátást szélesebb összefüggésben segítő non-food (megújuló energia és nyersanyag) termelés speciális követelményeire. Ezek azonban az előzőekben ismertetett módszerekkel döntő mértékben kielégíthetők.

AGRÁR-MŰSZAKI HATÁSOK ÉS VÁLASZOK AZ ÁLLATTARTÁSBAN

Az állattartás és klímaváltozás viszonya és egymásra gyakorolt hatása

A klímaváltozás hatása az állattartásra a következők szerint foglalható össze

- melegedő hőmérséklet, szárazabb levegő;
- szélsőséges, „kiszámíthatatlan” szélviszonyok;
- szárazság, vagy éppen csapadékbőség;
- erős napsütés.

Ezzel szemben az állattartás klímaváltozásra gyakorolt hatása a következőkben nyilvánul meg

- üvegházhatást okozó gázok légkörbe juttatása (CO₂, N₂O, CH₄);
- a természeti környezet rombolása (pl. túllegeltetés).

E felsorolt tényezők közül jelenleg a hőmérséklet emelkedése, illetve a másik oldalon a káros gáz (GHG) kibocsátás jelenti a prioritást a szakemberek számára, a legtöbb kutatás ezeken a területeken zajlik.

Szellőztetés és hógazdálkodás

Az egyes állatfajokban lévő biológiai termelőpotenciál kiaknázásához zárt, illetve részben zárt istállóban biztosítanunk kell az állatok számára legkedvezőbb körülményeket. Ennek egyik összetevője az állatot körülvevő légtér és annak minősége, összetétele, valamint mikroklímája, amely nagyon szoros kapcsolatban áll a mindenkori környezeti légállapottal.

A levegőviszonyokat és szellőztetést befolyásoló tényezők

- a környezet klímaviszonyai, meteorológiai jellemzők;
- az épület jellemzői (kialakítás, anyagok hőtechnikai jellemzői stb.);
- a tartott állatok jellemzői (kor, egyedszám, tömeg stb.).

A klímaváltozás szempontjából tehát nem véletlen, hogy éppen a szellőztetés az egyik sarkalatos pont a tartástechnológiákban, hiszen az emelkedő környezeti hőmérséklet egyre több energiát követel abból a célból, hogy az állatok számára optimális hőmérsékletet biztosítani tudjuk. A szarvasmarhatartásnál – akár hús, akár tejelő állományról van szó – a természetes szellőzés nyújtotta lehetőségeket kell kihasználnunk, a sertés és baromfi esetében viszont a mesterséges szellőztetés fejlesztésével érhetünk el eredményeket. Szükségessé vált tehát az istállók klimatizálása – elsősorban hűtőrendszer alkalmazása –, mely jól illeszthető a mesterséges szellőztetéshez. Istállóhűtésre a gyakorlatban ennek két megoldása terjedt el: a hűtőpanelek, ill. a párologtatásos hűtőberendezés.

A másik fontos tényező az istállóépületek

hőgazdálkodása, amely a szellőztetéssel együtt kezelve mindenképpen nagy odafigyelést igényel. Nem csupán a téli energia megtakarítás miatt, hanem a klímaváltozás miatti szélsőségesen hideg ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékletek) kivédésére is. A szigetelőanyagok fejlődésének eredményeként az épületek hőegyenlege sokat javult, ez főleg az új építésű istállók esetében megfigyelhető. Sok esetben a régi istállók szigetelése is megoldható a nem új keletű, de napjainkra egyszerűsödött szigetelőhab-fújásos technológiával (tetőszigetelés) és hőszigetelő vakolattal (oldalfal szigetelés).

Az állattartás és az üvegházhatást okozó gázok

Az állattartás során a természetes, biológiai folyamatok velejárájaként, különböző minőségű és mennyiségű trágya keletkezik, amely nem megfelelő kezelés- és tárolástechnológia esetén környezetszennyező lehet. A szennyezés kétirányú: *a trágyából felszabaduló gázok révén egyrészt a légtérre, az elfolyó trágyalé és hígtrágya révén az élővizet és a talajt szennyezhetik jelentős mértékben.*

A trágya bomlástermékei az üvegházhatást okozó gázok csoportjába tartoznak. Ezek között a jelentősebbek a CO_2 , CH_4 és N_2O , közülük a metán nemcsak a trágyából, hanem a szarvasmarha emésztése során bendőjéből is jelentős mennyiségben kerül a légtérbe.

Az állattartást érintő, a nitrát direktívához hasonló egységes, előírt paraméterrel a légkör-szennyeződés területén még nem találhatóunk. Immissziós határértékek léteznek a légkörben található különböző gázok koncentrációjára vonatkozóan, de a telepekről kijutó gázok emissziójára vonatkozóan nincs tudomásunk határértékekről sem EU-s, sem hazai vonatkozásban.

Az emissziós környezetterhelés csökkentése a következő lehetőségek, technológiai lépések állnak rendelkezésre

-- a takarmányozási mód, illetve a takarmány megfelelő kialakítása, ill. összeállítása;

- takarmányadalékok (enzimek);
- klimatizálás;
- légtisztítás biofilterrel;
- trágyaeltávolítási módszerek;
- trágyakezelés;
- trágya adalékolás;
- hígtrágya tároló lefedés;
- megfelelő szerves trágya kijuttatási módszerek.

Cél olyan technikák alkalmazása a tartástechnológiákon belül, melyek hatékonyan csökkentik a légtérbe jutó káros gázok mennyiségét, így járulva hozzá a klímaváltozás hatásának csökkentéséhez.

AGRÁR-MŰSZAKI HATÁSOK ÉS VÁLASZOK A GYEPGAZDÁLKODÁSBAN

Az ország mezőgazdasági területének 18%-a (1062 ezer ha) a gyepek művelési ágba tartozik. A többsége száraz művelésű, kedvezőtlen talajadottságú, alacsony hozamú gyepterület, kisebbik részén folyik csak felintenzív vagy intenzív gyepegzálkodás. Az ország gyepterületének 60%-át kaszálják rendszeresen.

A klímaváltozás hátrányos hatásait a sokszor kedvezőtlen ökológiai adottságú és extenzív technológiájú gyepek jobban megsemmisítik, mint a többi művelési ágak.

A hazai gyepterületeken megvalósítható technológiai, gépesítési és hasznosítási lehetőségeket az EU-s és a hazai természetvédelmi rendelkezések is nagymértékben befolyásolják.

Az Európai Unió a Natura 2000 program keretében határozta meg az európai védett területek hálózatát. Ebben különleges helyet foglal el a Pannon Biogeográfiai Ökorégió (Pannon Medence), ezen belül is az Alföld térsége. A különleges természeti értékek megőrzését szolgáló érzékeny területekre

szigorú természetvédelmi (növény- és állatfajok, illetve élőhelyek megőrzés), ill. gazdálkodási előírásokat foganatosítottak.

A kérdéső állatállomány változása és a természetvédelmi szabályzók a jövőben jelentősen – a klímaváltozásnál is nagyobb mértékben – kihatnak a hazai gyepgazdálkodásra és gyephasználatra. Az éghajlatváltozások elsősorban a száraz periódusok és az aszályos időszakok gyakoriságában, a halmozódó termőhelyi vízhiányban, hőségnapok számának növekedésében, a levegő alacsonyabb páratartalmában és a magas kipárolgási veszteségekben jelentkeznek, amelyek különösen kedvezőtlenül hatnak a gyepterületeken. *Az éghajlatváltozás negatív hatásai különösen súlyosan jelentkezhetnek az alföldi régiókban, ahol a legnagyobb kiterjedésű hazai gyepfelületek találhatók, amelyek a térségben gyakran párosulnak még kedvezőtlen vízgazdálkodású talajokkal is.*

Az aszály következményei a gyepeken az alábbiakban foglalhatók össze:

- Csökkennek a hozamok.
- Romlik a gyeptermés minősége, takarmányozási értéke.
- Átalakul a gyepalkotó növények struktúrája.
- Megnö a gyomveszély és a gyomosodás mértéke.
- Növekszik a növényi betegségek és kártevők (lisztharmat, rozsa, gyepenész, szipolyok) károsító hatása.
- Romlik a tápanyag-hasznosulás.
- Felgyorsul a gyep talajának degradációja és tömörödése.

Mindezek összetett hatásaként romlik a gyepek állattartó képessége és talajvédő funkciója.

Az éghajlat kedvezőtlen változásának hatását a gyep vízellátásának javításával, a szárazságtűrő gyepalkotók részarányának növelésével, a tápanyag hasznosulás javításával, a gyomosodás visszaszorításával lehet elsősorban mérsékelni. Ennek érdekében a

következő eljárások területén folynak fejlesztési munkálatok: gyep talaj ápolás, gyep felülvetés, gyep tápanyagellátás, gyep gyommentesítés, gyeptermés hasznosítás, gyeptelepítés.

A természeti gyepek nagy részén ökológiai gyepgazdálkodás és állattartás valósítható meg, amely az Európai Unióban feltétlen felértékelődik a jövőben.

AGRÁR-MŰSZAKI HATÁSOK ÉS VÁLASZOK A KERTÉSZETBEN

A kertészeti termelés az összes mezőgazdasági termőterület 7%-án folyik, ahol nagy értéket állítanak elő. A szőlőültetvények jelentős része dombvidékeken található, ahol a lejtős területeken a lezúduló csapadék nagyobb károkat okoz. Az ültetvények a legtöbb szántóföldi növényhez képest kevésbé fedik, borítják a talajfelszínt, ezért nagyobb károkat okoz a nem megfelelően megválasztott technológia.

A kertészeti termelés nagyon sokrétű. Számos növényfajt, termeléstecnológiát alkalmaznak. A szántóföldi, ültetvény, növényházi termelés mind-mind más feladatot ró a gazdálkodóra. A kertészeti technológiákban alkalmazható megoldások:

– *Megújuló energiák*, ezek közül is elsősorban azon energiák *hasznosítása*, amelyek nem járnak CO₂ kibocsátással. Ezek között említhető például a szélenergia, napenergia és a hazánkban nagymennyiségben található termálvizekben lévő energia. (Növényházak fűtése, öntözővíz, használati melegvíz temperálása.)

– *A vízmennyiség csökkentése*, a vízminőség romlása, a jelenleg ismert lehetőségek mellett, új műszaki megoldások alkalmazását teszi szükségessé. Előtérbe kerülnek az energiatakarékos szivattyúk, öntözőrendszerek, szűrő, tisztító berendezések. A csepegtető öntözés az ültetvényekben jól bevált. A hidrokultúrás termesztéstechnológia szintén jól kidolgozott.

– *Növényvédelemben a recycling rendszerű gépek arányának növelése.*

– *Számítógép-vezérlésű növényvédő gépek arányának növelése.*

– *A nyesedéket és szőlővesszőt talajba dolgozó munkagépek arányának (darabszámának) növelése.*

A kertészeti technológiák műszaki feladatai

Műszaki feladatok a termelő berendezések alkalmazásában:

– A fűtési, hűtési rendszerek korszerűsítése, a szabályozás tökéletesítése, az automatizálás tökéletesítése.

– A vázszerkezet szilárdságának növelése, az extrém szellőkések és a hőnyomás figyelembe vétele a méretezésnél (a gazdaságosság is!).

– A termesztő berendezések héjszerkezetéhez (üveg, fólia) jobb hőszigetelő anyagok és konstrukciók használata.

– Energiaerőforrások használatának elterjesztése.

– Természetes csapadékvíz-gyűjtő medencék és ciszternák kialakítása és használata.

Műszaki feladatok az ültetvényekben:

– A támrendszerek szilárdságának növelése a szellőkések ellen.

– A víztakarékos csepegtető öntözőberendezések szélesebb körű alkalmazása.

– A fagykárak mérséklése (füstölés, szélgépek, sugárhajtóművek).

– A jégkárak megelőzése érdekében hálók alkalmazása és jégelhárító rakéta-rendszerek fejlesztése, telepítése.

– A lejtős területek teraszolása, talajtakarás, gyepesítés, a talajtömörödés csökkentése, melioráció, talaj visszaszállítás, mélylazításos talajművelés ősszel.

– A nagy szárazság miatti tűzkárak megelőzése.

Az agrotechnikai eljárások alkalmazásánál, fejlesztésénél a napsugárzás felhasználási hatékonyságának növelése a cél. Ugyanakkor a talaj felmelegedésének a csökkentése, és a nedvesség megőrzése a fő feladat, amit az ültetvények sorközművelésével, a különböző talajtakarásokkal tudunk befolyásolni. A nagyon intenzív csapadék elnyelése, elvezetése, különösen a lejtős területeken nehezen megoldható. *Az agrotechnikai eljárásoknak nemcsak a talajtaposást és tömörödést kell elkerülniük, hanem alkalmazásukkal az eróziót és a deflációt is csökkenteni kell.* A hirtelen lezúduló csapadék elvezetéséhez csatornarendszer készítő és karbantartó gépek alkalmazása szükséges. A talajfelszín sugárzás-visszaverésének szabályozásával is változtathatjuk a talaj felmelegedését, így elképzelhető erre megfelelő műszaki megoldás is. Újra megnő a melioráció jelentősége és az itt alkalmazott gépek, műszaki rendszerek alkalmazásának igénye.

A növényi betegségek, állati kártevők elleni védekezés műszaki eszközrendszerében a „precíziós technika” alkalmazásával lehet számolni. A növényvédelemben tehát a csökkentett hatóanyag mennyiségek, a precíziós kijuttatás, valamint a biológiai védekezés terjedése várható. A tápanyag kijuttatás tekintetében hasonló tendenciával lehet számolni. Automata meteorológiai állomások telepítése és összehangolt nagytérségi üzemeltetése szintén várható.

AGRÁR-MŰSZAKI HATÁSOK ÉS VÁLASZOK AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN

A klímaváltozás, illetve az esetleges változások megelőzésére, befolyásolására való felkészülés az erdőgazdálkodási technológiák gépesítését – mai meglátásaink szerint – elsősorban az alábbi területeken érinteti:

– *A csemete-előállítási és erdőtelepítési technológiák gépesítés-fejlesztésében.*

– *A faanyag energetikai hasznosításához kapcsolódó gépesítés-fejlesztésben.*

– *Az erdőtűz-oltási technikák műszaki fejlesztésében.*

A vázolt területeken a jelenleginél intenzívebb fejlődés következhet, melynek már vannak érzékelhető jelei.

A klímaváltozás, de az Európai Unióhoz való csatlakozás is, jelentős nagyságú mezőgazdasági területek beerdősítését igényli majd. Az előrejelzések 500 ezer ha körüli (egyesekek még több) új erdő, illetve faültetvény létesítését prognosztizálják az elkövetkező kb. 30 évre. *Az ilyen volumenű erdő- és faültetvény-telepítést biztonságosan és gazdaságosan hazai fejlesztésű és gyártású gépekre alapozottan lehet majd elvégezni.* Az erdő- és faültetvény-telepítési technológiák főbb műveleteihez (talajművelés, vetés, ültetés, ápolás) olyan gépek kellenek, amelyek a fenti elvárásokat ki tudják elégíteni.

A fa energetikai hasznosítása az Európai Unióban már napjainkban is jelentős, amit a klímaváltozás várható hatásai az elkövetkező években még tovább növelnek. Hazánkban jelenleg fából származik a megújuló energia 72%-a. A feladatokhoz kötődő gépesítés-fejlesztés, a faenergetikai ültetvények betakarításának gépei, *a faaprítógépek, a kergeszögépek, a fahulladék-brikettáló gépek, a fa- és fahulladéktüzelő berendezések fejlesztését jelenti elsősorban.*

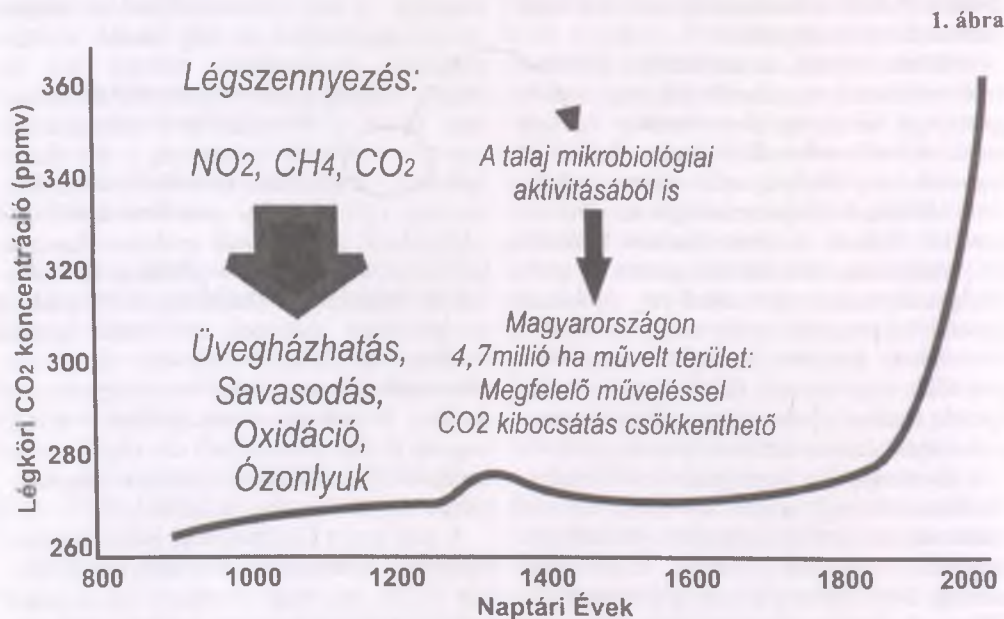
Az erdők abiotikus károkozói közé tartozó *erdőtüzek megelőzésének, keletkezésének, az ellenük való védekezésnek* és a bekövetkezett kárértékelésnek kérdései – hazai és nemzetközi szinten egyaránt – régóta foglalkoztatják a kutatókat és az erdészeti szakközöniséget. A szakemberek szerint az erdőtüzek keletkezésében, és még inkább tovaterjedésében meghatározó szerepe van az utóbbi évek csapadékszegényebb időjárásának. Mivel a hosszabb távú előrejelzések szerint a csapadék-szegénység a következő években is megmarad, az erdőtüzek keletkezésének valószínűsége nem lesz kisebb az eddigieknél. A közelmúlt erdőtüzei kapcsán bebizonyosodott, hogy a jelenlegi technikai háttér – beleértve a tűzoltóság erdőtüzekhez mozgósítható eszközeit is – nem igazán hatékony a tüzekkel szemben. Erdőtüzek ellen csak olyan technika lehet eredményes, amely természetes anyagokkal, vízzel vagy/és földdel (homokkal) olt, vagyis olyan anyagokkal, amelyek a helyszínen megtalálhatók, vagy könnyen odaszállíthatók.

E területen a közelmúltban indult kutatás-fejlesztési tevékenység eredményeként, többek között, egy nagy terepjáró képességgel rendelkező alapgép és az építőszekrény elv alapján hozzá csatlakoztatható, erdőtüzek oltására alkalmas felépítménysor (mely vízsugárral oltó, impulzus oltó és vízköddel oltó berendezésből áll) műszaki tervei készülnek.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

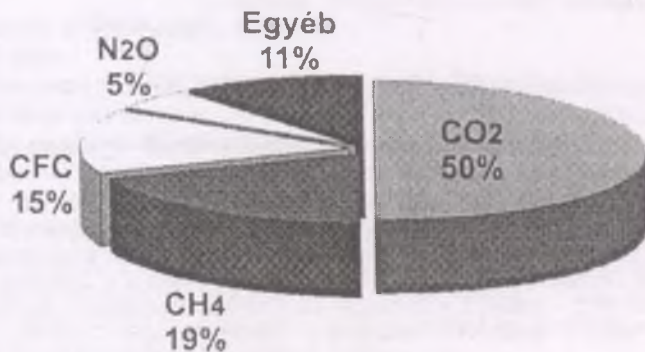
- (1) ANTAL E. (2003): Az éghajlat változás és a növényállományok vízellátottságának kérdőjelei a XXI. század elején. „AGRO-21” Füzetek, 32. sz. 25–49. pp. (2) BARTALOS, T. – LAL, R. – NÉMETH, T. (1995): Conservation tillage for sustaining soil and water quality. Ministry for Environment and Regional Policy, Budapest, 294 p. (3) JOLÁNKAI M. – LÁNG I. – CSETE L.: Hatások és alkalmazkodás 8 p. (4) JÓRI J. I. – FARKAS P. – OLÁH M. – SOÓS S. (2003): Implement developments for site-specific tillage. 16th Triennial Conference of ISTRO. 2003. Brisbane, Australia (CD 596–601. pp.) (5) JÓRI J. I. – RÁDICS J. – PAZSICZKI I. – SZABÓ I. – GYURICZA Cs. (2004): Talajművelési eljárások hatása a talaj CO₂ kibocsátására. MTA – AMB K+F Tanácskozás. Gödöllő, 1. kötet. 214–219. pp. (6) LAL, R. (1997): Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. Elsevier Science B.V., Soil & Tillage Research, 43:81–107. pp. (7) LASHOF, D. A. – TIRPAK, D. A. (eds.) (1990): Policy Options for Stabilizing Global Climate Change, Final Report to Congress, Office of Policy, Planning, and Evaluation, PM221, US Environmental Protection Agency,

Washington, DC, USA (8) LÁNG I. (2003): Bevezető gondolatok „A globális klímaváltozással összefüggő hazai hatások és az arra adandó válaszok” című MTA-KvVM közös kutatási projekthez. „AGRO-21” Füzetek, 31. sz. 3–7. pp. (9) VARGA-HASZONITS Z. (2003): Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati szcenáriók. „AGRO-21” Füzetek, 31. sz. 9–27. pp. (10) VÁRALLYAI GY.: Fenntartható mezőgazdaság és a talaj vízgazdálkodása. 182–193. pp.



A légkör CO₂ koncentrációjának változása

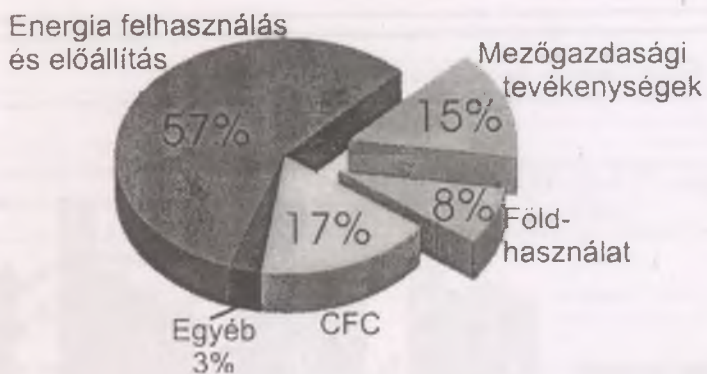
Forrás: Lal 1997



A kibocsátott üvegházhatású gázok százalékos megoszlása

Forrás: Lashof – Tirpak, 1990

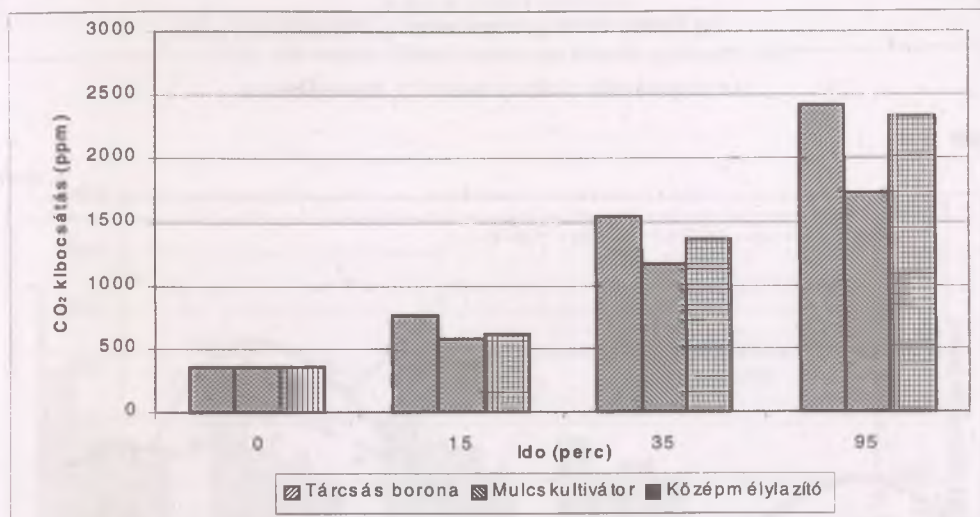
3. ábra



Az üvegházhatás okozói

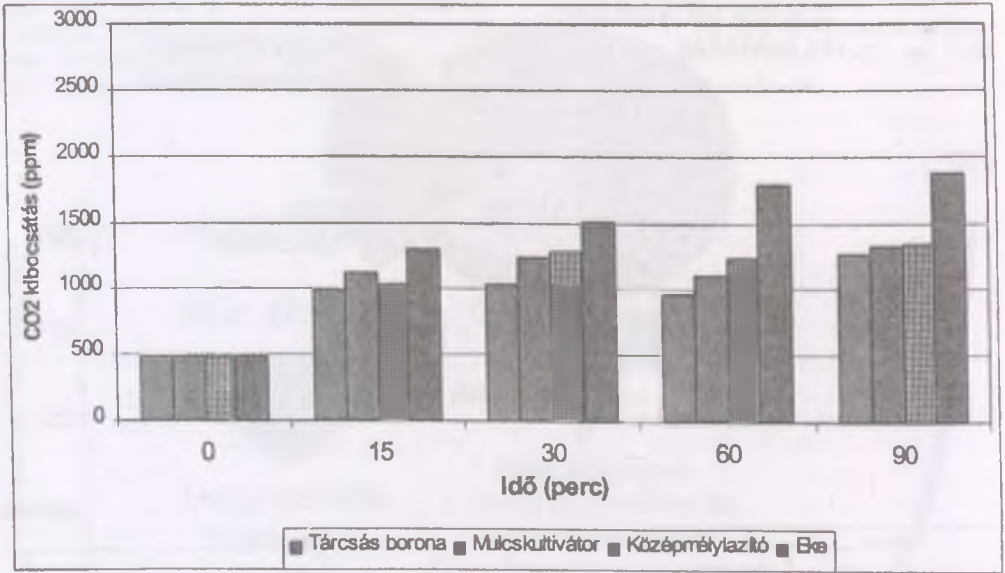
Forrás: Lashof – Tirpak, 1990

4. ábra



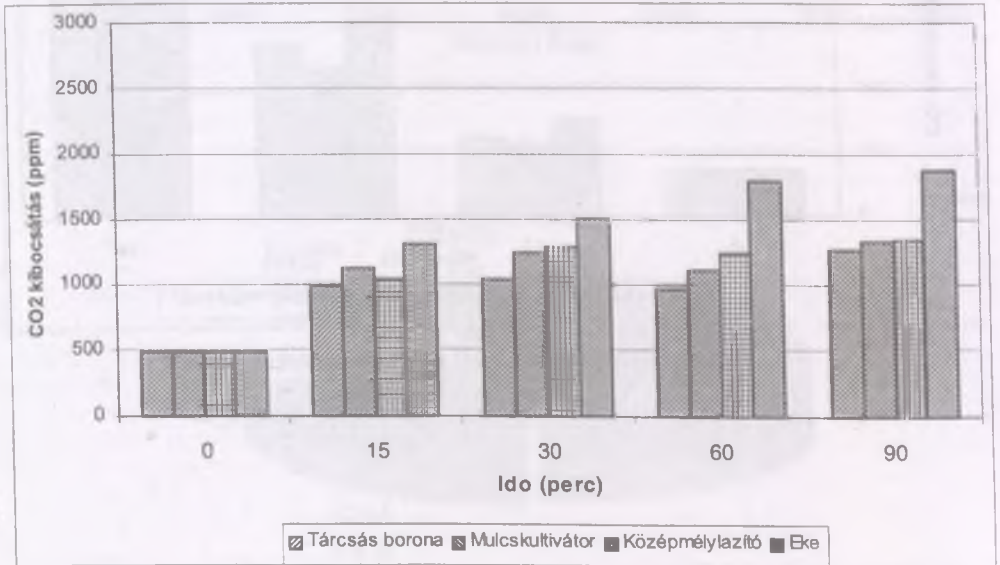
A tarlőhántás hatása a talaj CO₂ kibocsátására

5. ábra



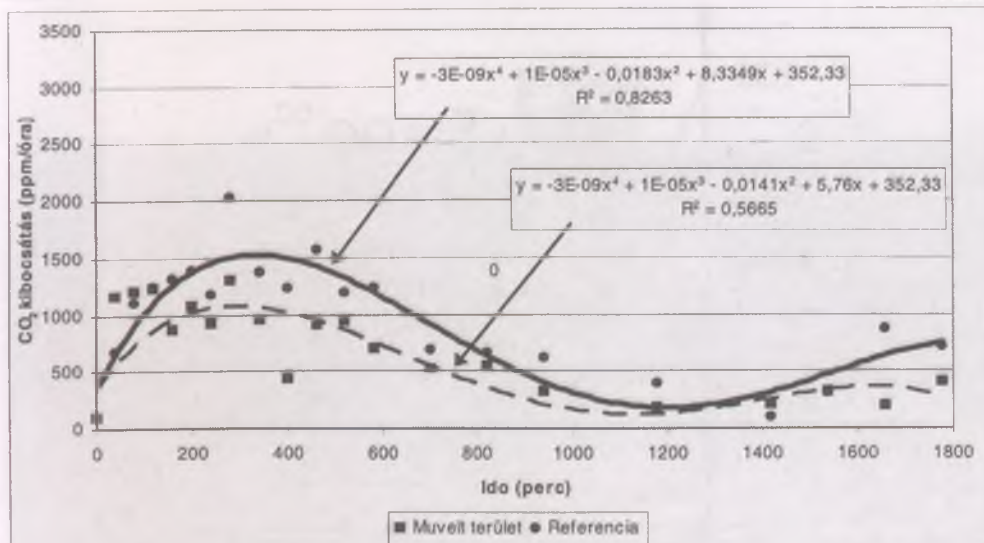
Az alpművelés hatása a talaj CO₂ kibocsátására

6. ábra



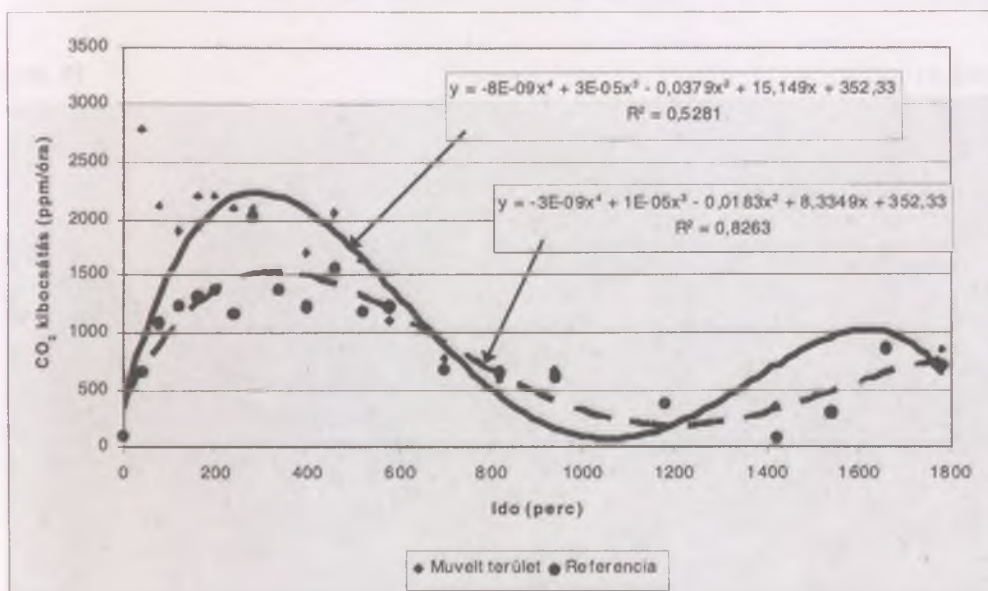
A kiegészítő művelés hatása a talaj CO₂ kibocsátására

7. ábra



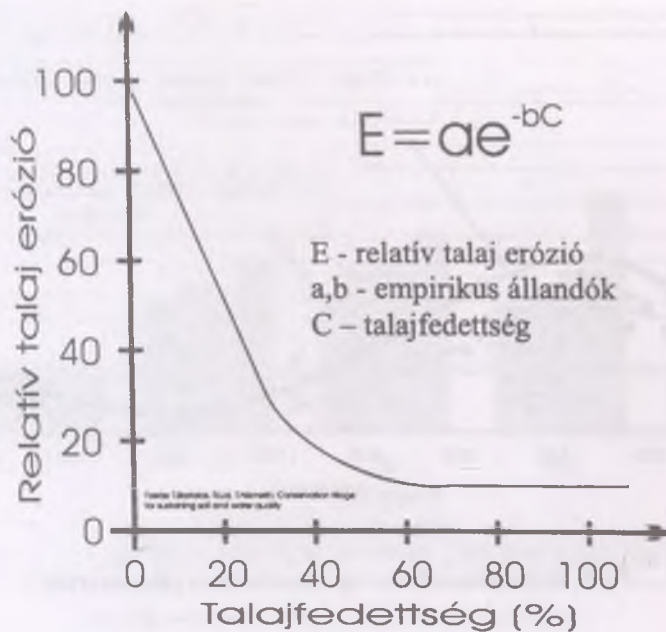
A CO₂ kibocsátás időbeni változása hántott gabonatarlón

8. ábra



A CO₂ kibocsátás időbeni változása szántott gabonatarlón

9. ábra



A talajfedettség és a relatív talajerózió összefüggése

10. ábra



KOMONDOR-5,2 mulcs-kultivátor munkája gabona tarlón

11. ábra



KOMONDOR-5,2 mulcs-kultivátor munkája napraforgó tarlón

12. ábra



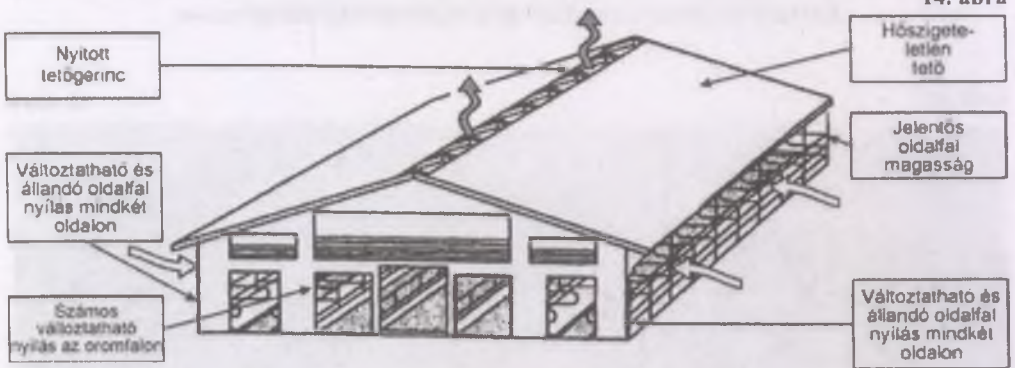
KOMONDOR-5,2 mulcs-kultivátor munkája kukorica tarlón

13. ábra

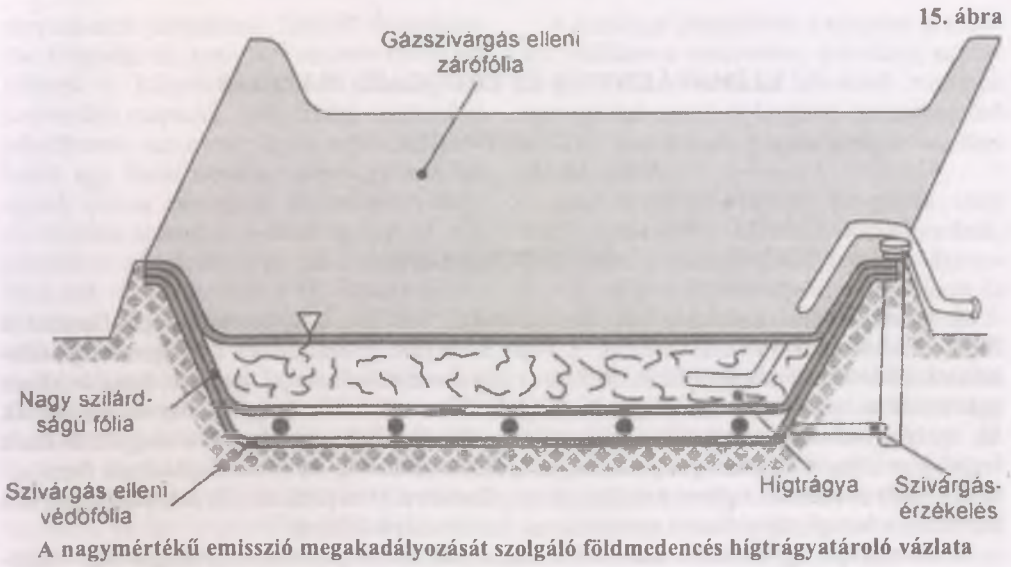


Talajelőkészítő-vető gépkombináció

14. ábra



A hőstressz mérséklését is elősegítő természetes szellőzésű istálló felépítése



16. ábra



Automatizált üvegház

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS ERDŐGAZDÁLKODÁS

TASNÁDY PÉTER

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás hatalmas kihívás szakmánk részére, alapvetően meghatározza a XXI. századi erdészeti feladatokat. A Pápa környéki, valamint az országos csapadék-adatok változása és az utóbbi évtizedek erdőművelési krónikája igazolja, hogy a klíma szárazodása tetten érhető. Ennek hazai mértékére többféle forgatókönyvet dolgoztak ki, melyek mind a csapadék csökkenését valószínűsítik. A folyamat megállításának legjobb módja, a légszennyezés erőteljes csökkentésén túl, az erdőállományok fenntartása – melyet az erdő mikroklímájának megőrzésével érhetünk el – és lehetőség szerinti bővítése, a levegő szén-dioxid tartalmának lekötése érdekében.

A változások figyelemmel kísérésére komolyan fel kell készülni országos mérőhálózattal, a helyi adatok és tapasztalatok alapján helyi válságtervek készítésével, a támogatási rendszerek átalakításával, tárcaközi és nemzetközi összefogással, valamint minden lehetséges tudományos eredménnyel és szakmai tapasztalattal, hogy az erdőállományok a rosszabbodó körülmények között is a végsőkig fennmaradjanak. Óshonos és rokon fajok, pionír fajok bevonásával, célszerű erdőfelújítási, erdőművelési technikákkal, az erdei mikroklíma és ezáltal az erdő számára fontos víz- és páratartalom minél sikeresebb megőrzésével elérhetjük erdőterületünk növelését is. A nehezedő klimatikus körülmények miatt a hagyományos erdőművelés, ezen belül az erdőfelújítás az egyre növekvő költségek következtében egyre inkább ellehetetlenül, ez a vágásos üzemmód válságát váltja ki. A PRO SILVA alapelvek alkalmazása ezért komoly fegyver lehet az erdőgazdálkodó kezében, hiszen az erdőklíma megóvására a többi erdőhasználati módnál sokkal jobban alkalmas és kevésbé költséges. Ezért a klímaváltozás a PRO SILVA erdőkezelés „legjobb szövetségese” lehet, hiszen ki fogja kényszeríteni az erdőklíma megóvása érdekében a minél kisebb bolygatással járó erdőhasználatot.

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS AZ ERDŐ

Az erdő és a klíma közötti kapcsolat fontosságát jelzi, hogy 1994 júniusában, Noszvajon megrendezték az első Erdő és Klíma Konferenciát, amit az 1997 júniusában megrendezett soproni II., majd a 2000 júniusában a III. Erdő és Klíma Konferencia követett Debrecenben. A sorozat nem szakadt meg, a IV. konferenciának 2003-ban Bakonybél adott otthont, a 2006-ost a Mátrában fogjuk megtartani.

A minket, erdészeket leginkább izgató

egyik kérdés a faanyag produkciónak és a klímaváltozás összefüggése. Az emelkedő átlaghőmérséklet és a növekvő szén-dioxid koncentráció mellett a fotoszintézis jelentősen felgyorsul a legtöbb mérsékelt égövi fafajnál. Egyben a vízfelhasználás hatékonysága is javul. Ezt igazolja, hogy néhány nyugat-európai országban, az elmúlt évtizedekben több növedék képződött, mint amit a számítások előre jeleztek. A kedvező folyamatok csak akkor mennek végbe, ha egyik

tényező sem jelentkezik limitáló faktorként. Ne felejtjük el, hogy az említett növedéktöbblet a Kárpát-medencénél lényegesen kedvezőbb csapadék ellátottságú területeken jelentkezett. Az is tény, hogy másképp viselkedik egy fiatal növény, mint egy kifejlett egyed, illetve egy egész állomány. A megnövekedett szén-dioxid szint mellett az aszsimiláció növekedhet, ha kellő mennyiségű fény, hő, víz és tápanyag áll rendelkezésre. Ellenkező esetben az asszimiláció mértékének csökkenésével számolhatunk. Bár a magasabb szén-dioxid koncentráció mellett a légzőnyílásoknak kevésbé kell nyitva lenniük, ezzel csökken a vízpárologtatás mértéke, tehát gazdaságosabb lehet a vízfelhasználás, ugyanakkor az elpárolgó víz hűti a levél felszínét, és így kedvezőbb feltételeket biztosít a fotoszintézishez, amelynek megvan a maga hőmérsékleti optimuma.

Az említett növedéktöbblet megléte a Kárpát-medencében nem bizonyított, a klíma szárazodása azonban tetten érhető, emiatt az erdőállományok megőrzése, fenntartása a nehezedő klimatikus viszonyok között a legizgalmasabb szakmai kérdés napjainkban.

A mindennapok tapasztalatai a változásokról

- Az aszályos időjárás miatt csökken a talajvízszint, eltűnnek a felszíni kis vizek. Az aszálytól senyvedő erdősítésekre még jobban rájár a vad, hiszen a fiatal rügyek, hajtások, ágak tartalmazzák a legtöbb nedvességet.

- A szélsőségesebbé váló időjárás kísérőjelensége az erős szél, valamint az enyhe telek miatt gyakoribb vizes hó és ónos eső egyaránt töréskárokat okoznak.

- Az aszályos nyarakon megsaporodnak az erdőtüzek. Ez 2000-ben és 2003-ban is így volt.

- A hirtelen lezúduló nagyobb csapadékok eróziós károkat okozhatnak, különösen a hegy- és dombvidéki területeken (*Pál-völgyi – Szedlák, 1994*). Gondoljunk csak az idei mátrakeresztesi és a mádi esetekre.

- Aszályos időszakban a talajélet is lelassul, csökken a mikorrhiza aktivitása, ezáltal a gyökerek számára felvehető nitrogén mennyisége, ami a kevésbé szárazságtűrő fajok egyedeinek pusztulásához vezethet (*Berki, 2000*).

- Az aszályos évek és az enyhe telek miatt egyes erdei kártevők elszaporodnak, különösen a melegkedvelő fajok és fajcsoportok, mint a sodrómolyok, a fenyőszúk és a makkormányosok. Az utóbbi 2–3 évtizedben több déli, melegkedvelő rovarfaj jelent meg hazánkban, illetve közülük több rövid idő alatt az egész országban elterjedt vagy tömegessé vált. Ugyancsak tény, hogy néhány, a közelmúltban korábban kisebb jelentőségűnek tartott faj kártételi szintű fellépése is előfordult. Az időjárás extrémitásának növekedésével várható, hogy a fajok kártétele mindennaposá válik, és számottevően növekszik, illetve mellettük további fajokkal bővül hazánkban az erdészeti jelentőségű rovarfajok egyébként is népes csoportja (*Csóka – Leskó, 1994*). A 2004 és a 2005. évi *Lymantria* károsítás is ezt igazolta.

Helyi (közép-dunántúli) megfigyelések

Az erdőállományokban végbemenő változások magyarázatának keresése a bennük és velük dolgozókat megfigyelésre, adatgyűjtésre készíti. Ez történt a kupi erdő esetében is, ahol 1931 óta mérik a csapadékokot.

A kupi erdőtömb a Pápa–Devecseri síkságon, a Kisalföld és a Bakony találkozásánál, Pápától délre található. Az átlagos 722 mm-t meghaladó csapadék az utóbbi 30 évben csak 11-szer fordult elő, a minimum 2003-ban 473 mm volt. A tőle 10 km-re nyugatra lévő, szárazabb dabronyi tömbben az átlagos 641 mm-t ez idő alatt csak 9-szer érte el vagy haladta meg a lehullott csapadék, a minimum 2003-ban 378 mm volt. Mindkét erdőtömb kocsányos tölgyes-cseres erdőtípusú állományokból áll, zömében rozsdabarna erdőtalajon.

Az 1. ábrából jól látható, hogy az éves csapadék 72 év alatt 88 mm-t csökkent. A csökkenés mértéke különösen az utolsó 35 évben lett erős és minden évtizedben erősebb. Az aszályos periódusok hossza nőtt, a maximumok csökkentek és ritkultak (Kupon 200 mm-rel: az 1965. évben 1043 mm, 2004. évben 844 mm) és a minimumok is egyre lejjebb kúsznak.

A klímaváltozás tehát nem fikció, vagy divatos kutatási téma, hanem tény. Pontos helyi mértékről mindenki meggyőződhet, ha a saját területére vonatkozó csapadék adatsort megvizsgálja. Ez annál is inkább fontos, mivel a jelenleg alkalmazott globális klímamodellek rácspontjai mintegy 200 × 200 km-es hálózatot alkotnak, így a helyi viszonyokat nem képesek érzékelni, sem előre jelezni. Az előállított modellek túl durvák ahhoz, hogy konkrétan megmondhatnák, mi várható pontosan az erdőben, akárcsak erdőgazdasági tájakra lebontva is.

JAVASLATOK A KLÍMAVÁLTOZÁS KÁROS HATÁSAINAK CSÖKKENTÉSÉRE

Erdőklíma mérési hálózat létrehozása, a mérési eredmények felhasználása, helyi válságtervek kidolgozása

A klímaváltozás helyi hatásait helyi mérési eredményekkel lehet a legjobban nyomon követni. Ezért célszerű lenne, ha minden nagy erdőgazdálkodó, a legalább 500 hektár feletti erdőtömbjeiben, csapadék és hőmérséklet-méréseket végezne. Síkvidéki területeken, ahol a talajvíz még elérhető a gyökérzet számára, néhány talajvíz kút létrehozása sem lenne haszontalan, így a talajvíz mozgását nyomon lehetne követni. Az állami erdők esetében ez központilag elrendelhető lenne. A többi, már működő hálózathoz hasonlóan (EVH, FNM, VÉV) egységes elvek szerint, azonos módszerekkel és műszerekkel volna működtethető, hogy az eredmények összevethetők legyenek. Az

ERTI már jelenleg is működtet 15 különböző felszereltségű és műszerezettségű állomást az ország területén (Manninger Miklós *szóbeli közlése, 2003*). Ennek tapasztalatait felhasználva lehetne kialakítani az országos hálózatot.

Az erdőklímák elhatárolásának alapját adó júliusi, 14 órás légnedvesség adatok ellenőrző méréseit is el kellene végezni.

Várható, hogy a klímaváltozásra leghamarabb a lágyszárú növények fognak reagálni az erdőtársulásokban, illetve az összes növénytársulásban. Ennek értelmében kívánatos lenne felmérni, legalább a legveszélyeztetettebb állományokban, a lágyszárúakat, különös tekintettel az indikátor fajokra. Az érintett állományokban mintaterületeket kellene kijelölni a VÉV hálózat minta és kontroll területeinek analógiájára. Ezeket egységes módszer szerint lenne szükséges évente vizsgálni, van-e változás?

A helyi mérések alapján a helyi szakembereknek kell eldönteni, hogy a klímaváltozás várható hatásaihoz képest az ő területükön mi a tényleges helyzet, és ki kell dolgozniuk a különféle erdőállományaikra a helyi sajátosságokat figyelembe vevő cselekvési terveket. Ezzel nem kellene megvárni azt, amíg az üzemtervezés odaér, mert a változás gyorsul, és nem kerülhetünk lépéshátrányba.

A mikroklíma fenntartása

A kupi erdőtömb művelési tapasztalatai alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a tarvágásos területeken, a humuszos felső szint miatt könnyen felmelegedő homoktalajokba ültetett csemeték a száraz években sorozatos aszálykárt szenvednek. A III–VIII. havi, vagyis tavaszi és nyári csapadékcsökkenés, az ezt követő talajvízszint-süllyedés, a téli csapadék-visszapótlás elmaradása, valamint az ismétlődő egyéb károsítások – pajor, pocok, lisztharman, vad – miatt bekövetkezett közel 300%-os pótlási ráta mutatta, hogy ez az út nem járható.

A természetes felújításra való áttérés jobb eredményeket hozott, de a csapadék jövőbeni várható további csökkenése újabb kihívás az erdőgazdálkodó számára.

A bontott erdőrészetekben kedvezőbbek a mutatók, de a már végvágott területeken, ahol az öreg állományokból hírmondó sem maradt, a befejezés elhúzódik, a többéves csemeték egy része is elpusztul az aszály- és pajorkár miatt, különösen a részletek gyengébb, kedvezőtlen vízgazdálkodású foltjain. *Ahol az öreg állomány még 30–50%-ban áll, a károsítás lényegesen kisebb, különösen ott, ahol az idős fák árnyékoló, klímavédő hatása nagyobb, mint a talaj felső rétegében a gyökérzetük okozta szárító hatás.*

Lehman mérési eredményeiből tudjuk, hogy a tarvágásos területeken a léghőmérséklet mintegy 5 °C-kal magasabb a zárt bükk állományban métrnél. A relatív páratartalom viszont 30%-kal kisebb a nyílt területen, ahol megnő a légnyomás, a szél ereje és sebessége is (Lehman, 2000).

Molnár és Tar a síkfőküti cseres-tölgyesekben, napi átlagban 3 °C-os hőmérséklet-növekedést mutatott ki a tisztás „javára” (Molnár – Tar, 1997).

Ezek az adatok alátámasztják az állomány pozitív hatását az erdőklímára vonatkozóan, vagyis az öreg állomány fennhagyása jelentős mikroklimatikus előnyökkel jár. Mivel az éghajlat további szárazodása várható az elkövetkezendő évtizedekben, az erdő mikroklímájának megvédésére, fenntartására az egyik legfontosabb módszer az erdőállomány megőrzése.

A mikroklíma fenntartása hagyományos eszközökkel

A kedvező mikroklímát csak az állomány fenntartásával tudjuk elérni. A fiatal és középkorú állományok esetén ez az optimális szerkezet (megfelelő színteztettség, egyenetlen záródás) kialakításával érhető el. A jelenlegi modelltábla hálózat elvű állománykezeléssel erre kevésbé van lehetőség és mód.

Idősebb állományok esetében bonyolultabb a helyzet, különösen, ha azok valamilyen okból száradni kezdtek. Alapesetben, ha az erdő egészséges, csak a természetes felújításban szabad gondolkodni, de a klíma megőrzése érdekében *óvakodni kell az erős bontástól*. Ha csak kissé bontjuk meg az állományt és összezár, a kocsányos tölgy magoncok elpusztulhatnak a fényhiány és a gyökérkonkurencia miatt. Ha erősebben bontunk, az egyenetlen bontás hatására az állomány alatt egyenetlen fényviszonyok lépnek fel. Minél erősebb a bontás erélye, annál jobban ellepik a lágyszárúak az erdőt. Negyven-ötven százalékos bontásnál már nem csak az erdei, hanem a ruderális gyomok is megjelennek, a megbontottság mértékének további növelésével a gyomkonkurencia is egyre nő, így az ápolás költségei meredeken emelkedni kezdenek, a sikeresség pedig csökkenhet.

Kétszintes (gyertyán és/vagy kislevelű hárs elegyes) állományokban már a növedékfokozó gyéritések során el kell érni, hogy az uralkodó szintben lévő kocsányos tölgyek, esetleg magas kőrisek vagy cserék olyan tág hálózatban legyenek, hogy fénykoronát kialakítva tudjanak teremni. *A második szint árnyalása biztosítja a mikroklímát, és féken tartja a cserjéket és a lágyszárúakat. Magtermés esetén az újulat megjelenése után a legjobban újult foltok felett, a második szintet kis lékekkel megbontva lehet a csemetéket nőni engedni, de úgy, hogy az állomány egészére nézve a létfontosságú talajárnyalás és a páratartalom minél kevésbé csökkenjen. Tehát a hagyományos, egyenetlen bontást itt sem célszerű alkalmazni.*

Egyszintes kocsányos tölgy-magas kőrís, kocsányos tölgy-cser állományoknál a cserjeszint is jelentős. Itt fontos a *cserjék talajárnyaló funkciója*, valamint a magtermő fák megfelelő hálózata. A jobban újult foltokból csak egy-két, vagy néhány fa kitermelésével tudjuk a csemetéket fényhez juttatni, anélkül, hogy a mikroklímát kedvezőtlené tennénk.

Amennyiben a kocsányos tölgy nem teremne, marad a *makk aláarakás*, ha lehet makkot beszerezni. A jelenleg elterjedt, pásztaba történő gépi makkkrakás esetén, a gépek helyigénye miatt, az erdő záródását egyenletesen már az első bontáskor 50% körüli értékre csökkentik. Az így fellépő gyomosodás hatásairól már szoltam. Ha nem szerezhető be már tölgymakk sem, és a klíma tovább szárad, tovább romlik a helyzet; a kocsányos tölgy elegyaránya elsősorban a kedvezőtlené váló, kevésbé jó termőhelyeken, a sorozatos aszály miatt csökkenni fog.

Végső esetben a valóban a szárazodás miatt kipusztult tölgy helyére meg kell kísérlni a cser bevitelét, amennyiben az állományban nem volt cser. Ha volt, a cser térhódítását tudomásul kell vennünk, de nem kell „elébe menni”, vagyis mesterségesen kényelem, vagy „költségkímélés” céljából fafajcserét előidézni.

Cserekek esetében sem szabad, a meglévő újulat ellenére sem, az öreg állományt teljesen levágni, mivel a védelem nélkül hagyott újulat az aszály, a gyomkonkurencia és a rovarkárosítók együttes „hatására” lassan „elkophat” a befejezésig. *Az idős állományból itt is legalább 30%-ot fenn kellene hagyni. El kellene érni, hogy az erdők lehetőleg vegyes korúak legyenek*, mivel a cser gyakran és jól terem, a felújítást időben és térben el kell húzni szórta elhelyezkedő kis foltokkal.

A száraz foltokra molyhos tölgyet, meszesebb talajokon esetleg virágos kőrist lehet beengedni/bejuttatni, *végső esetben egyéb pionír fajok* is. A cser és a molyhos tölgy mellé kísérő- és elegyfajként fehérnyár, szürkenyár, tatár juhar, vadkörte, barkóca berkenye, mezei juhar, virágos kőris, mezei szil, esetleg a feketefenyő alkalmazható. Ezeket kell az állományba fokozatosan, természetes úton beengedni, ha van „honnan”. Ha nincs, illetve, ha a kedvezőtlen hatású klimatikus események felgyorsulnak, az állományokba mesterségesen kell ezeket bevinni, amíg a 2100 körülire jósolt

csapadéknövekedési periódus el nem érkezik. Akkor a csapadékviszonyok kedvező alakulása nyomán a fenti folyamat ellenkezője is végbemehet majd.

A fényigényes pionír jellegű társulásokban lényeges a cserjeszint megléte, ezért azokat is be kell engedni, végső esetben bevinni az állományokba. A szóba jöhető fajok: húsos som, cserszömörce, sóskaborbolya, ostormén bangita. Kökény, fagyal, galagonyák, vadrózsák, kecskerágók, mogyoró és a seprőzanót (mely az utóbbi évtizedben jelent meg) jelenleg is van a kupi erdőtümben.

Felmerülhet, hogy kelet-nyugati irányú keskeny (egy fahossznyi) sávok vágásával is célt érhetnénk, és így a faanyag-mozgatás is egyszerűbb és olcsóbb lenne. A pásztaba azonban szélcsatornaként működne, így erős szárító hatás jelentkezne, valamint a pásztaban az adventív gyomok is lábra kapnának és terjednének, kiszorítva az őshonos lágyszárúakat. *A „negatív ökológiai folyosók” létrehozását el kell kerülni.*

Bükkösökben a szegélyes, a vonalas és a kombinált felújítógázt vagy az égtájorientált, erdőtüpus érzékeny (Török-féle) felújítási rendszert alkalmazhatjuk. Az erdőklíma szempontjából legjobb a szálalógátás vagy a szálalás, illetve tágabb értelemben a folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodás, így a PRO SILVA alapelvek szerinti gazdálkodás is.

A felsorolt természetes felújítási módok egyike sem képzelhető el a vadlétszám erőteljes csökkentése nélkül. A felújítás alatt álló, illetve a PRO SILVA elven kezelt erdőkben csak annyi vad tartható, amennyi a természetes magból/makkból történő felújulást gyakorlatilag folyamatosan lehetővé teszi.

A fentiekben láttuk, hogy a hagyományos vágásos erdőkezelés/erdőgazdálkodás módszereivel nem, vagy csak részben, kevésbé kielégítő módon, nagy költségekkel és kompromisszumok árán lehet az erdei mikroklimát az erdőállományokban megőrizni.

A mikroklima fenntartása PRO SILVA eszközökkel

A természeti folyamatokra alapozott (PRO SILVA alapelveken nyugvó) erdőkezelésnél jellemzően csak kis területen, egy, vagy csak néhány fa kitermelésével nyúlunk bele az állományokba, így „vágásterület” nem keletkezik. Az egyes kitermelt fák helyén maradó „lyukak”, vagy a néhány fa kiemelésével keletkező kis lécek változatosabb struktúrát hoznak létre, ez sokkal kedvezőbb, a természetes erdőéhez közel álló mikroklimát eredményez.

Standovár kutatásaiból tudjuk, hogy a kis lécek fényviszonyai nem kedvezőek az adventív gyomok tömegessé válásának, ami a tarvágásos, de még a bontóvágásos erdők vágásterületein is mindennapos eset (*Standovár, 2004*). A „vágástéri gyomok” elleni harc egyre költségesebb, egyre több invazív faj jelenik meg. Kupon, 2004-ben a gypjaspille által lerágott bontott tölgyeseket elborította a parlagfű és a betyárkóró. A PRO SILVA kezelésszerű erdőkben ez a jelenség a kedvezőbb záródásviszonyoknak és a nagyobb fajgazdagságnak köszönhetően kevésbé lép fel.

Ézért az erdőklíma megvédése a legtökeletesebben a PRO SILVA elvek gyakorlati megvalósításával érhető el, mivel az állandó erdőborítottság a legjobb védelem. A szárazodás erősödésével a hagyományos, bontásos felújítás is előbb utóbb nehezzé, végül lehetetlenné válhat egyes helyeken. A tarvágásos felújítás már most válságban van, különösen ott, ahol az évi csapadékmennyiség hosszú távon az erdőssztyeppi 500 mm közelében van, vagy az alatt, és a talajvíz süllyedése miatt a fás vegetáció számára elérhetlenné válik.

Itt nem csak az alföldi területekről van szó, a Dunántúl szárazodása drámaibb és következményeit tekintve sokkal veszélyesebb erdészeti szempontból. Jó példa erre, hogy a legszárazabb terület az utolsó súlyosan aszályos évben, 2003-ban nem az Alföldön, hanem a Komárom-Esztergom megyei Táton

volt, ahol az évi csapadékösszeg 270 mm volt!

A PRO SILVA erdőkezelés már filozófiájában is élesen elkülönül a jelenleg hazánkban általánosan gyakorolt hagyományos, vágásos üzemmódtól. A vágásos üzemmódot a fa iparszerű előállítására dolgozták ki, ezért egykorú, egyszerre letermelhető, lehetőleg egy vagy csak egy-két fafajból álló erdőállományokat hoztak létre, melyekben a fák térbeli rendjét a modelltablákban, az egyes fajokra korosztályonként kidolgozott és meghatározott optimális növtér szabja meg. Ennek megfelelően időszakonként az állományokban nevelővágásokat kell végrehajtani, az optimális hálózat kialakítása érdekében. A termeléseket lehetőleg egy helyen, koncentráltan végzik, a technológiai folyamatokat, amennyire csak lehet, gépesítik.

Az erdőket tarvágás után csemetével, vagy bontóvágás esetén a saját, vagy az állomány alá mesterségesen bevitt makkal/maggal, esetleg csemetével újítják fel. (Az akácosokat, égereseket sarjaztatják.) A felújítás időhöz kötött, fajától és felújítási módtól függően 3–10 év. Ez a mesterséges rendszer a természetes folyamatokat (pl. szukcesszió) nem veszi figyelembe, gyakorlatilag szemben halad velük, ezért költséges. Hiszen a nagy vágásterületeken hatalmas a gyom- és cserjekonkurencia, ezért évente többször kell a beültetett csemetéket ápolni (pl.: sarlózással a gyomból kiszabadítani), a tömegesen fellépő biotikus és abiotikus károsítások ellen védeni, az elpusztultakat pótolni stb., ami igen munka-, idő- és költségigényes feladattá teszi az erdőművelést.

A PRO SILVA erdőkezelés a természetes szukcessziós folyamatokat használja föl, a természetet mintegy leutánozva működik az erdőben, kerüli a durva beavatkozásokat, mindig igen kis területen termel. Így az erdők záródása sohasem lesz lényegesen alacsonyabb, mint a természetes erdőállományoké, tehát az erdőklíma fenntartható. A megfelelően alacsony vadlétszám mellett, a kitermelt értékes fák nyomán keletkezett kis

lékekben, az erdő termőkorú fái magjával magát újítja föl „ingyen” és folyamatosan, ebben az értelemben nincsenek „felújítási határidők”.

A természetes folyamatok eredőjeként állományai fajgazdagok, az erdőállományok vegyeskorúak, optimálisan minden „korosztály” megtalálható bennük. Rendkívül sok(fa)fajú, horizontálisan és vertikálisan egyaránt tagolt, mozaikos záródású, a természetes erdőket/élőhelyeket leginkább megközelítő, ökológiailag stabil állományok jönnek létre. Ezen erdők gazdaságosan, minimális ráfordítással fenntarthatók, mivel nem keletkeznek vágásterületek, a művelési költségek minimálisak. A fahasználat ugyanakkor folyamatos. Nem csak néhány – de koncentrált – vágásterületen megy végbe, hanem „mindenütt”, a területen „egyenletesen elszórva”. Ez esetenként némileg növelheti a kitermelt fatérfogatra vonatkozó költségeket, de sokkal nagyobb mértékben csökkenti az árbevételhez viszonyított költségeket. *„Hátránya”, hogy szakmai szempontból lényegesen magasabb tudást, felkészültséget követel meg az erdészekről, ennek elsajátítása azonban nem lehetetlen.*

Az állami és magánerdők őshonos erdőállományaiban egyaránt fel kellene készülni a folyamatos erdőborítás mellett történő erdőgazdálkodásra, így a szálalásra és a PRO SILVA erdőkezelésre. Ki kell dolgozni erdő-részlet mélységben a teendőket, valamint biztosítani kell a szükséges anyagi, tárgyi és személyi feltételeket az átállásra. A döntéseket a várható ökológiai, gazdasági khatások mérlegelésével kell meghozni.

A klíma szárazodásával az „ültetvénytörzsi erdők” vagy „faültetvények” is bajba kerülhetnek, hiszen a felújításuk – esetenként a pusztá fenntartásuk is – rendkívül nehézé válhat. Itt egyeztetni kell a gazdasági megfontolásokat, illetve azt, hogy a faültetvények is fontos szén-dioxid megkötők, ha a természetközeli erdőket e téren nem is érik utol, így fenntartásuk nem csak a faanyagnyerés szempontjából fontos. Ezen erdők fenntartására, megtartására is terve-

ket/technológiákat kell kidolgozni. A jelenleg folyó káros gyakorlatot abba kell hagyni (mint a tuskózás, gyökérfésülés és az időleges mezőgazdasági hasznosítás), mivel ezek során, a korábbi erdőállomány alatt már kialakuló erdőtalaj mikro flórája/faunája teljesen megsemmisül.

Javasolható, hogy minden 500 hektárt meghaladó erdőtümbben, ahol elsősorban őshonos keménylombos állományok állnak, a helyi szakemberek kísérleti területeket állítsanak be, és kezdjék meg a folyamatos erdőborítottság elérésére irányuló munkát, hogy elegendő tapasztalatuk legyen. Ezeket a területeket meg kell oldani legalább a csapadékmérést, mert ez a legbiztosabb támpont a helyi változások nyomán követésére.

PRO SILVA HUNGARIA és a VAHAVA program kapcsolata

Javasolom a PRO SILVA HUNGARIA szakembereinek, hogy csatlakozzanak a VAHAVA programhoz, hiszen a klímaváltozás kihívásaira legjobban ezzel a gazdálkodási móddal lehet válaszolni. Mivel jelenleg az ország erdeinek csak töredékén folyik a PRO SILVA elveken alapuló erdőgazdálkodás, a módszer maga sem általánosan ismert, ezt a lehetőséget nem szabad kihasználatlanul hagyni. A programba integrálódással a jelenleg folyó kutatás kibővítése, újabb témák, országos hálózat kiépítése válna lehetségessé. A PRO SILVA elvek széleskörű megismertetésére, terjesztésére lenne mód ezáltal.

A VAHAVA programban részt vevő kutatóknak nyilvános, közös digitális adatbázist kellene létrehozni, melyben nem csak a folyó kutatási témák eredményeihez lehetne hozzáférni, hanem az ide kapcsolódó korábbi anyagokhoz is – mint például az Erdő és Klíma konferenciák anyagai, „AGRO-21” Füzetek stb.

Fontos lenne az is, hogy az állami szolgáltatók adatbázisait díjmentesen lehessen

használni, mint például az Országos Meteorológiai Szolgálat adatait, és az ÁESZ (Állami Erdészeti Szolgálat) adattári (Erdőállomány Adattár) adatait vagy a Vadgazdálkodási Adattár adatait stb.

A vízhiány és az ültetés miatti stresszhatás csökkentése

Berki kutatásaiból tudjuk, hogy a talaj szárazodása a vízhiányon túl azért is végzetes az erdei fák számára, mert a talajból felvehető szervesetlen nitrogén tartalom, mely az összes nitrogén tartalom 1–5%-a normális esetben, leesik 0,5% alá, ami a fák pusztulásához vezet. A nitrogén tartalom csökkenését a talaj szárazodása váltja ki, mivel a vízhiány károsítja a mikorrhizát és így a nitrogén ellátás zavarát okozza. Nitrogén-pótlással – nitrogén műtrágya adagolással – a pusztuló fák, a vizsgált esetben a kocsánytalan tölgyek 60%-a meggyógyult (Berki, 1994). Tehát egyes aszályos időszakokban az állomány megtartását nitrogén-adagolással is elősegíthetjük, a kritikus helyeken.

Barna Tamás kutatásaiból ismerjük, hogy lehetőség van az ültetett csemeték gyökerének több erdei mikorrhiza gombafajokból készített szuszpenzióval történő bevonására. Az így kezelt csemeték fejlődése, megeredése lényegesen jobb, mint a kezeletleneké. A mikorrhiza a tápanyagcserén túl a vízfelvétele is jelentősen segíti, mintegy százszor nagyobb felületről, mint amivel a kezeletlen gyökér kapcsolatba tudna lépni. A kezelés kiterjeszhető vetett magokra, makkokra is, illetve a magágy is kezelhető vele vetés előtt (Barna, 2005).

Az elegyesség növelése

Mivel a szárazságtűrő fajok kevésbé érzékenyek az időszakos nitrogénhiányra, így érdemes lenne a felújítás „lékeibe” szárazságtűrőbb, őshonos fajokot bevinni. Különösen a gyengébb talajú, sülevényesebb

feltörekvő fajokhoz szólni a cser és – főleg meszes homokokon – a molyhos tölgy néhány példányára.

A kocsányos tölgy állományok felújításakor szóba jöhet a kocsányos tölgy hazai alfajai közül a koránfakadó kocsányos tölgy (*Quercus robur ssp. robur*), melynek mélyre hatoló a gyökere.

Az erdőszet 2003 tavaszán a Kup 45 A erdőrészletben, a kiszáradt kocsányos tölgy helyén keletkezett vágásterületre, a kocsányos tölgy makk mellé kocsánytalan tölgy makkot is vetett. A két fajfaj „versenyének” eredménye később fog majd megmutatkozni. Bár a kocsánytalan tölgyet páraigényesebbnek ismerjük a kocsányos tölgyénél, mindenképpen érdemes lenne elegyíteni őket.

Fontos hatás a hőmérséklet-emelkedés okozta migráció, és annak sebessége. Az északi féltekén az erdő számára 2–3 °C hőmérséklet-emelkedés 4–6 szélességi fok elmozdulást jelent észak felé, ami hatalmas, 4–6 km/év migrációs sebességet feltételez. A legutóbbi jégkorszak után, Észak-Amerikában a szürke luc észak felé mintegy 200 km/évezred sebességgel mozgott, ami lényegesen kevesebb, mint amennyi az erdő „spontán vándorlásától” a jövőben várható (Mátyás, 1997). A hazai fafajok pontos vándorlási sebességét is célszerű lenne minél hamarabb megtudnunk. Jelenleg sejtjük, hogy a fafajok vándorlási sebessége egy nagyságrenddel elmarad a klíma forgatókönyv változási ütemétől.

Ha a melegedés miatt a déliesebb klíma „feljön” és már látszik, hogy a változás gyorsaságát a természetes növénytakaró nem tudja követni, akkor logikus, hogy nekünk kell a változás elé menni. A hazánkban szórványosan, esetleg változatokban jelenlévő rokon fajokat a nagyobb erdőtömbökben, lehetőleg minél több termőhelyen, kis csoportokban kell kipróbálni. A számba jöhető fajok az alábbiak:

– Hamvas tölgy (*Quercus pedunculifolia*): Pontusi flóraelem, dombvidéki faj, de hazánk keleti részén a kocsányos tölgygel

alkotott átmeneti formái ismertek. Melegtróbb és szárazságtűrőbb a kocsányos tölgy-nél.

– *Erdélyi kocsánytalan tölgy* (*Quercus polycarpa*): Szárazságtűrő, kontinentális hatásokat jobban elviselő, erdőssztyepp zónában is élő pontusi-mediterrán flóraelem.

– *Olasz tölgy* (*Quercus virgiliana*): Szárazságtűrő faj, mezofil jellegű, mészszegény talajokon nő. Domb és hegyvidékeinken fordul elő, zárt állományok kísérő faja.

– *Magyar tölgy* (*Quercus farnetto*): Gyors növekedésű, jó talajárnyaló, elviseli a hosszabb száraz periódusokat és a nagyobb záródást, talajpára iránt közömbös. Kelet mediterrán flóraelem, magtermő állományai vannak hazánkban. Inkább dombvidéki faj, 350 m fölé nem megy.

Ezek, a környező országokban állományalkotó tölgyfajok a Dunántúli-középhegységben kisebb nagyobb területeken, néha csak szórványosan, de előfordulnak. Beleilleszkedtek a Kárpát-medencében lévő flórajárások növénytársulásaiba. Ha nem is tekinthetők egytől egyig őshonosnak, mindenképpen jobban illeszthetők a helyi életközösségekbe, mint például egy észak-amerikai tölgyfaj.

Mivel a tölgyfajok jellemzője, hogy rengeteg átmeneti alakot képeznek, ezért könnyebben alakulhatnak ki a helyi klímának és termőhelyi viszonyoknak megfelelőbb változatok. Tehát ezeknek a fajoknak a helyi állományokba való bevitelének genetikai előnyökkel is járna. Minél hamarabb kezdjük meg ezeknek a fajoknak a bevonását a tölgyállományok felújításába szórt elegyként, tág hálózatban, annál hamarabb jutunk értékes tapasztalatokhoz a fajok (helyi) klímaturéséről és termőhely-igényéről, fejlődéséről.

Ezeket a fajokat az erdőtelepítésekben is lehetne alkalmazni elegyként, a hazai állományalkotó tölgyfajta mellé, vagy akár főfajként is, főleg az alföldi erdőssztyepp klímájú területeken, ahol a szárazodás megállíthatja a csak hazai őshonos fajokra alapozott erdőtelepítést.

A talajvízszint-csökkenés hatásainak enyhítése

Ha a klíma a szárazodás során erdőssztyepp jellegűvé válik a jövőben, a talajvíz fogja jelenteni az erdő egyetlen létalapját, hiszen az évi csapadék egymagában már nem elegendő a fás vegetáció számára. A talajvíz lefelől a magasabb fekvésekből fog eltűnni. Itt várható, hogy a tölgyet a cserfogyóra váltani, a kocsányos tölgy visszaszorul a völgyekbe, hajlatokba, a volt partmedrek mentére, ahol az égeresek helyét foglalja el a korábban felszínig nedves, vízállásos részeken. Azokon a termőhelyeken, ahol jelenleg a többletvíz biztosítja/biztosította az erdő fejlődését, a talajvízszint mélyre süllyedésével az erdőt alkotó növényzet átalakul. Szélsőséges esetben az erdőt pionír, esetleg nem őshonos szárazságtűrő fajokkal kell fenntartani. Hiszen az erdő léte az egyik fő fegyverünk a klímaváltozás hatásainak mérséklésére.

Síkvidéki területeken, ahol a talajvíz süllyedése emberi beavatkozás eredménye, meg kell vizsgálni, hogy van-e mód az erdő számára kedvezőbb talajvízszint helyreállítására. Meg kell akadályozni, hogy a meliorációs árkok elvezessék a vizet akkor, amikor a legnagyobb szükség lenne rá. Ha a meliorációs árok építése során átvágták a vízzáró réteget, a helyzet nem oldható meg egy-két műtárggyal, a vízzáró réteg helyreállítása már költségesebb beavatkozást igényel.

Az alföldi területeken, a korábbi folyószabályozások káros hatásait ennél jóval nagyobb léptékű munkával lehetne helyreállítani. Az egyre sokasodó árvízi problémák miatt erre előbb-utóbb úgy is sort kell keríteni.

Országos feladatok, támogatási rendszer

Az erdőfenntartás és az erdőfelújítás jelenlegi bonyolult finanszírozási rendszere, a folyamatos erdőborítás melletti erdőgazdál-

kodás általánossá válásával a múlté lesz. A társadalomnak az ökológiailag gazdag, stabil erdőállományok létét és fenntartását kell majd honorálnia.

A természetserű erdőállományok átmenésén túl fontos feladat a természetvédelem alatt álló erdők és természetesen az egyéb védett élőhelyek, fajok, társulások megőrzése és fenntartása. Itt a természetvédelmi hatósággal összefogva kell országosan a klímaméréseket és az ökológiai felméréseket elkészíteni, majd ezek alapján részletes cselekvési terveket kidolgozni.

A helyi válságtervek létrehozását, koordinálását, engedélyezését, a mérőhálózat adatainak összegyűjtését, kezelését az Állami Erdészeti Szolgálatnak kellene irányítania, összefognia.

A szárazodás a mezőgazdaságot is sújtani fogja, így a korábbi – sokszor indokolatlan – meliorációk miatti vízelvezetéseket át kell gondolni és ha lehet, a káros hatásokat korrigálni kell. Ez ismét több tárca országos összefogását igényli, de Kárpát-medencei szintű összefogással – melyre az EU várható további bővítése nagyobb esélyt ad – jobb eredményeket érhetnénk el, mivel a globális eredetű hatásokat nehéz és csaknem lehetetlen csak helyileg orvosolni.

Az Európai Unió csatlakozást követően várhatóan még jobban fellendülő erdőtelepí-

tési programot is át kellene gondolni. Országos szinten úgy kell kidolgozni a támogatási rendszert, hogy a legstabilabb ökoszisztémájú, fajgazdag, az adott termőhely lehetőségeinek megfelelő, ha lehet, őshonos fafajú állományokat hozzanak létre a telepítők, mert jelenleg nem ökológiai, hanem gazdasági szempontok dominálnak. A gyors eredmény, a rövid vágásforduló és a viszonylag rövid megtérülési idő miatt jelenleg az akác viszi a prímet, a jó vízellátottságú területeken pedig a nemes nyár.

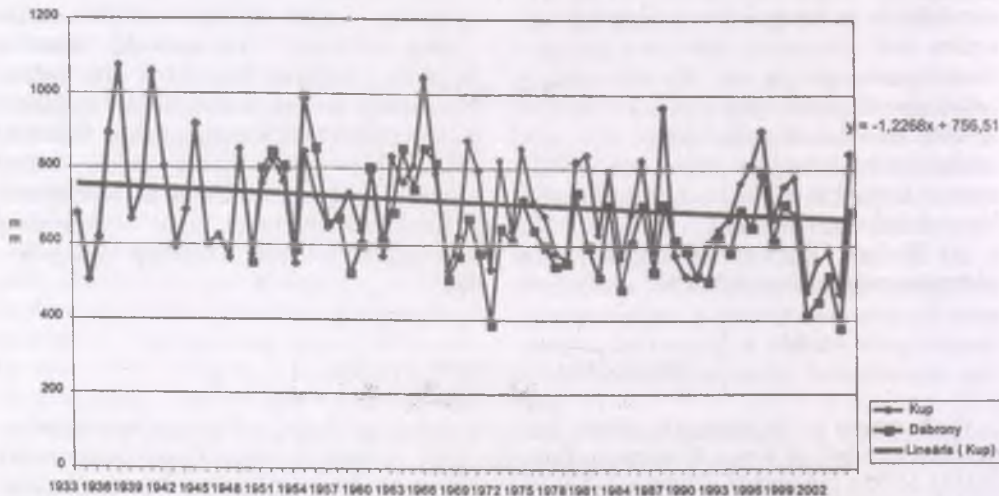
A monokultúrák szénmegkötő képessége rosszabb, mint a természetes vagy természet közeli fajgazdag erdőké, ezért az üvegházhatás csökkentése szempontjából kevésbé hasznosak, ezt a támogatásuknál is figyelembe kell venni. Lássuk be, hogy a rövid vágásfordulójú monokultúra létrehozása elsősorban üzleti vállalkozás – és mint ilyen magánügy –, ezért ne, vagy csak jóval csekélyebb mértékben támogassuk, mint a fajgazdag, őshonos fafajokból álló erdőtelepítéseket, melyek a szén-dioxid megkötés és a biodiverzitás szempontjából fontosak, ezért létrehozásuk közös érdek. Mivel ugyanakkor lassan nőnek, és később hoznak értékesíthető faanyagot, tehát hosszú ideig nem rentábilisak, ezért is jobban támogatandók.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BARTHOLY J. – PONGRÁCZ R. (2001): Változási tendenciák Magyarország éghajlatának szélsőségeiben. III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (2) BERKI I. (1995): Éghajlatunk változása és a hazai tölgypusztulás. Erdő és Klíma Konferencia Noszvaj, 1994. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (3) CSÓKA GY. – LESKÓ K. (1995): Klimatikus anomáliákat indikáló erdei rovarok. Erdő és Klíma Konferencia Noszvaj, 1994. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (4) DOMONKOS P. (1998): Forró és száraz nyarak előfordulása Magyarországon az éghajlati variabilitás tükrében. II. Erdő és Klíma Konferencia Sopron, 1997. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (5) GENCSI L. – VANICSURA R. (1992): Dendrológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest (6) GÓCZIÁN L. (1971): A Marcal-medence talajföldrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest (7) IPCC (2000): Összefoglaló Döntéshozók Számára (Internet) (8) LEHMANN A. (2001): A tarvágás hatása a helyi klímára a Mecsekben. III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (9) MÁTYÁS Cs. (1998): A feltételezett klímaváltozáshoz adaptálódás genetikai és migrációs feltételei és korlátai. II. Erdő és Klíma Konferencia Sopron, 1997. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (10) MÁTYÁS Cs. – CZIMBER K. (2001): Zonális erdőtakaró mezoklíma szintű modellezése: Lehetőségek a klímaváltozás

hatásainak előrejelzésére. III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (11) MIKA J. (2001): Hazai éghajlati forgatókönyvek. III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (12) MIKA J. (1998): Globális klímaváltozás, regionális éghajlati forgatókönyvek. II. Erdő és Klíma Konferencia Sopron, 1997. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (13) MOLNÁR J. – TAR K. (1998): A léghőmérséklet napi járásának vizsgálata erdőállományban és azon kívül. II. Erdő és Klíma Konferencia Sopron, 1997. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (14) PÁLVÖLGYI T. – SZEDLÁK T. (1995): Változó éghajlat, változatlan erdőgazdálkodás? Erdő és Klíma Konferencia Noszvaj, 1994. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (15) STANDOVÁR ET AL. (2003): Comparative studies of gap-phase regeneration in managed and natural beech forests in different parts of Europe: relations between tree regeneration, light and soil conditions, and ground vegetation Case study partner report – Hungary (16) SZENDREINÉ KOREN E. ET AL. (2001): Klíma és a talajvíz gazdálkodás kapcsolata a magyarországi barna erdőtalajoknál. III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (17) TAR K. (1995): A síkfőkúti erdő hőmérsékletének statisztikai szerkezetéről. Erdő és Klíma Konferencia Noszvaj, 1994. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen (18) TASNÁDY P. (2003): A klímaváltozás hatását enyhítő természetközeli erdőgazdálkodás lehetőségei a Kupi erdőtümb esetében. NYME (szakmérnöki diplomadolgozat) (19) TASNÁDY P. (2004): A klímaváltozás hatásainak enyhítési lehetőségei erdőművelési eszközökkel a kupi tapasztalatok alapján. IV. Erdő és Klíma Konferencia Bakonybél, 2004. NYME, Sopron (20) VÍG P. (2002): A klimatikus változások hatásai egy középkorú bükkös vízháztartására. Debreceni Egyetem (kandidátusi értekezés)

1. ábra



év

Évi összcsapadék változása, Kup–Dabrony, 1933–2004

MADARAK HŐTŰRŐ-KÉPESSÉGÉNEK JAVÍTÁSA ÉS A HŐSTRESSZ CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI A BAROMFITARTÁSBAN

KÖRÖSINÉ MOLNÁR ANDREA – NÓGRÁDI JUDIT – VARGA SÁNDOR –
PODMANICZKY BÉLA – GERENDAI DÓRA – SZABÓ ZSUZSA

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2003-as adatok szerint a hazai baromfitartók és feldolgozók vesztesége megközelítette a 20 milliárd forintot. A veszteséget két tényező idézte elő. Egyrészt a tartós nyári meleg, ami visszavetette a baromfik növekedési ütemét, és pl. a brojlercsirke tartóknak 3–5%-os árbevétel kiesést jelentett. Másrészt a nyári meleg olyan mértékű termés kiesést okozott a takarmánytermesztésben, aminek következtében a takarmányárak 30%-kal megemelkedtek. Kánikula idején a baromfitartás jövedelmezőségének javítása két oldalról közelíthető meg. Az egyikben olyan tartási és takarmányozási technológiákat szükséges alkalmazni, amelyek segítik a madarakat a hőstressz kivédésében. A másik oldalról az egyenletes takarmányellátást szükséges biztosítani. A magas hőmérséklet okozta hőstressz súlyosabb következményekkel jár, mint az alacsony hőmérséklet okozta stressz. Egyrészt azért, mert a madarak optimális testhőmérsékleti tartományának felső küszöbértéke – az életműködések jó hatásfokának biztosítása érdekében – közel helyezkedik el ahhoz a hőmérsékleti ponthoz, ami az élő szervezet halálához vezet. Másrészt az optimális testhőmérséklet megőrzését célzó hőleadás hatékonysága sokkal kisebb mértékű, mint a hőtermelésé. A madarak szervezete meleg ellen kevésbé tud védekezni, mint a hideg ellen.

BEVEZETÉS

Magyarországon gyakorivá váltak a szélsőséges időjárási események (aszály, árvíz). Az 1860 óta végzett rendszeres meteorológiai mérések alapján, az elmúlt 150 év 10 legmelegebb éve 1985 és 2003 között volt, és ezek közül is kiemelkedik az 1998-as esztendő (*Botos – Hajdú, 2004*). Számítások szerint 2050-ig a nyári középhőmérséklet 0,8 °C-os növekedése várható (*Antal, 2003*).

A madarak homoioterm állatok, azaz testhőmérsékletük bizonyos határon belül független a környezeti hőmérséklettől. A testhőmérséklet fenntartását a hőszabályozó rendszer végzi. A hőmérsékleti komfortzónában tartott madár igen kevés energiát fordít a hőszabályozásra. A komfortzónánál alacsonyabb hőmérsékleten a hőtermelő, a magasabb hőmérsékleten a hőleadási folya-

matok (1. közvetlen hőleadás: sugárzás, áramlás, vezetés és 2. közvetett vagy evaporációs hőleadás) válnak uralkodóvá. Melegben, 30 °C felett, a hőleadás túlnyomórészt (70–90%-ban) evaporációval, a víz testfelületről vagy a légzőtraktus hámfján keresztül történő elpárologtatásával megy végbe (1. ábra). Egy gramm víz elpárologtatásával a szervezetből 2,4 kJ hő távozik. A baromfi hőszabályozó rendszere jelentős mértékben eltér az emlősökétől. Nincsen ugyanis verejtékmirigyük, és tollazatuk révén kevesebb hőt tudnak sugárzással és konvekcióval a bőrükön keresztül leadni. A légzsákokból és a tüdőből történő fokozott ventilációs párologtatás (lihegés) hozza létre az evaporációs hőleadást. A párologtató hőleadás annál hatékonyabb, minél alacso-

nyabb a levegő relatív páratartalma. Egy közepes páratartalmú (60% relatív páratartalom) környezetben, a meleg hatására lényegesen (40%-kal) meg tud nőni a páratermelés (2. ábra), amíg a közel telített víztartalmú levegőben a madár nem tudja páraleadását a hőmérsékletnek megfelelően növelni (*Molnár, 1994*). Az evaporációs hőleadást befolyásolja még a baromfi szervezetének víztartalma, az esetleges dehidratáltság foka is. Egy mérsékelt páratartalmú közegben a ludak úgy tudják szabályozni testhőmérsékletüket, hogy sem a kloaka, sem a hát hőmérséklete nem emelkedik, ha a léghőmérséklet 28 °C-ról 32 °C-ra nő (3. ábra). Magas páratartalmú légtérben a ludak nem képesek megfelelő hatásokkal evaporációval hőt leadni, aminek következtében megnő a testhőmérsékletük. Súlyosabb esetben nemcsak a testfelszín hőmérséklete lesz nagyobb, hanem a test belsejének (kloakában mérve) hőmérséklete is (3. ábra).

Melegben a madarak légvételének száma 4–6-szorosára nőhet. A hiperventilláció következtében csökken a vérben a széndioxid mennyisége, ami a vér pH beállításában játszik szerepet. A széndioxid szint csökkenését kompenzálhatja a vér bikarbonát-szénsav rendszerében szereplő hidrogén-karbonát kiválasztása, ami miatt kevesebb hidrogén-karbonát áll rendelkezésre a tojáshéj képzéséhez. Amennyiben a hirtelen nagy mennyiségű széndioxid eltávolozásával nem tud lépést tartani a hidrogén-karbonát kiválasztása, a vér pH eltolódik, és respirációs alkalózis alakulhat ki (*Marder – Arad, 1989*).

A hőleadás hatékonyságát a testhőmérséklet emelkedésének mértéke, a vér pH-ban bekövetkezett változás és a hőstressz fehérjék megjelenése jelzi.

A magas hőmérséklet iránti érzékenységet, ezáltal a hőtűrőképességet befolyásolja a faj, a fajta, az életkor, az ivar, az ivari ciklus és az állat kondíciója. A magas hőmérsékletet a pulyka jobban tolerálja, mint a házi tyúk. *Huston és munkatársai (1957)* kimutatták, hogy a könnyű testű tyúkfajták (White

Leghorn) könnyebben alkalmazkodnak a kánikulához, mint a nehezebb testűek (New Hampshire). A parlagi fajták kevésbé érzékenyek, mint az intenzív fajták (*Arad et al., 1981*). A laza tollazottság és a nagyfelületű bőrfüggelékek, pl. taraj, javítják a hőleadás hatását (*Van Kampen – Romijn, 1970*). A kor előrehaladtával nő a hőstresszel szembeni érzékenység. A kiscsibék extrém hőmérsékletet (52 °C) is túlélnek, az idősebb tyúkok tojástermelését a kisebb hőingadozás is befolyásolja (*Wilson et al., 1972*). A hímivarú madarak általában érzékenyebbek a magas hőmérsékletre, mint a tojók. A tojástermelési időszakban viszont a tojók hőtoleranciája lesz kisebb mértékű (*Weiss – Borbély, 1957*). A koplaltatott csirke hosszabb ideig elviseli a magas hőmérsékletet, mint a jó kondícióban lévő (*Garlich – McCormic, 1981*).

A HŐSTRESSZ KÖVETKEZMÉNYEI

A hőstressz közvetlenül (pl. termelési paraméterek, mortalitás megváltozása) és közvetetten (fokozottabb érzékenység az egyéb stresszorokra: vakcinázás, telepítési sűrűség, mozgatás) befolyásolja a termelést, a termék minőségét.

A baromfifélék takarmányfogyasztása hidegben megnő, szélsőségesen magas hőmérséklet hatására visszaesik. Tojó tyúkoknál a takarmányfelvétel 30 °C-on akár 30–35%-kal is csökkenhet a 20–22 °C-on mért értékhez viszonyítva (*Ota, 1966; Jack – Reviere, 1973*). A huzamosabb ideig tartó alacsony takarmányfogyasztás közvetlen következménye a súlygyarapodás elmaradása (10–15%-kal). A ludak takarmányfelvétele, ellenében a házityúkkal, nem csökken a meleg hatására (*Molnár, 1999*). A vérplazma trijódtrionin (T3) tartalma kapcsolatban van a hőszabályozással (hőtermelés) és fontos növekedésserkentő is, ezért feltételezhetően befolyásolja az adott külső hőmérsékletnek megfelelő súlygyarapodás mértékét (*McNabb –*

King, 1993). A vérben keringő T3 koncentrációját csökkenti a magas hőmérséklet (Hillmann et al., 1985) és kimutatták, hogy lineáris kapcsolat van a takarmányfogyasztás és a vérplazma T3 szintje között (Klandorf – Harvey, 1985).

A hideg és a meleg mikroklímájú környezetben jelentős mértékben változik a madarak alapanyagcsereje a termoneurális zónához viszonyítva (Molnár, 1994). Ennek következtében, különböző léghőmérsékleten eltérő lesz a madarak energia és fehérje (aminosav) igénye, ezáltal a takarmány összetétele. A szeszélyesen változó időjárás következtében, az éppen aktuális időjárásnak megfelelően, a baromfitartásban (elsősorban a szülőpár- és tojóállományokban) szükséges a takarmány összetételének rövid időn belüli megváltoztatása. A takarmány gyors és többszöri változtatása viszont a termelés hullámzásához vezet. Ezért célszerű olyan takarmányozási módszer alkalmazása, amely során a madarak saját maguk választják ki (állítják össze) takarmányukat a rendelkezésükre álló takarmány-alapanyagokból aszerint, hogy aktuálisan a nagyobb vagy a kisebb energia-, illetve fehérjetartalmú táplálékra van-e szükségük.

A különböző tápanyagok elfogyasztása után 2–4 órával többelhető képződik a szervezetben, ez a tápanyagok specifikus dinamiás hatása. A hőtermelés következtében 1–1,5 °C-kal megemelkedik a madarak maghőmérséklete. A táplálkozással járó testhőmérséklet-emelkedés kánikula idején nagyon súlyosan terheli a melegben amúgy is magasabb testhőmérsékletű szervezetet. Ludak esetében a kloaka hőmérséklete etetés után 4 órával 40,3-ról 40,8 °C-ra nő, ha a léghőmérséklet nem haladja meg a 30 °C-ot és 40,8-ról 41,9 °C-ra emelkedik, ha a léghőmérséklet 32 °C (Molnár A., 1990a). Ez a fajta hőtorlódás megelőzhető, ha a nap legmelegebb óráiban megakadályozzuk a madarak táplálékfelvételét.

Melegben, ha csak kismértékű a takarmányfogyasztás csökkenése, akkor nem esik vissza a madarak termelése, mert a kevesebb

takarmányt jobban hasznosítja a szervezet. A 33 °C-os léghőmérséklet meghatározó a baromfik számára, ugyanis eddig a hőmérsékleti pontig a kedvezőbb takarmányértékesítéssel és a kisebb alapanyagcserével a madarak kompenzálni tudják a takarmányfelvétel csökkenéséből eredő kevesebb energiát (4. ábra). Míg 33 °C fölött a takarmány-, és ezáltal az energiafelvétel olyan mértékben csökken, amit a madarak már nem képesek kompenzálni, emiatt a szervezet energiamérlege negatív tartományba csúszik. Az energiahány következménye a termelés visszaesése.

A hosszú ideig tartó hőstressz (32 °C-nál magasabb) következményeként nemcsak a súlygyarapodás marad el, hanem megváltozik a testösszetétel, csirkéknél általában csökken a test fehérje-, és nő a zsírtartalma. A hőstressz következményeként, vágóhídi feldolgozáskor gyakori a bőr repedése és a vér visszamaradása az izomban.

A háztyúk tojástermelése 27–29 °C-ig nem csökken lényegesen, ha azonban a hőmérséklet tovább emelkedik, a takarmányfogyasztás csökkenése olyan mértékű lesz, hogy ez a tojáshozam meredek zuhanásához (8–30%-kal) vezet (Petersen et al., 1976). A tojástermelés intenzitása is romlik kánikula idején. Magas hőmérsékleten feltehetően azért termelődik kevesebb tojás, mert a meleg miatt közel 1 órát késik a tojások megtojásának pillanata, az ovipozíció (Miller – Sunde, 1975). Azáltal, hogy megnő az egyes tojások megtojása közötti időtartam, az ovipozíció ideje hamar eltolódik a délutáni órákra. A tyúkok 16 óra után már nem tojnak, és ha erre az időre esne az éppen aktuális ovipozíció, akkor egy- vagy kétnapos szünetet tartanak (Horn, 1981). A nyári forróság következtében kisebb tojásokat termelnek a baromfifélék. Tyúktojások tömegében 5–6 g, pulykatojásokéban 10–11 g, lúdtojás súlyában 10 g a változás (Ota, 1966; Kohne – Jones, 1975; Molnár, 1990b).

Régi tapasztalat, hogy kánikulában több lesz az abnormális alakú tojás, megváltozik a tojás hosszának és szélességének aránya, a

tojásindex (1. táblázat). Magas hőmérséklet hatására csökken továbbá a tojáshéj vastagsága és szilárdsága is (1. táblázat). Ezt a jelenséget az okozza, hogy a meszes tojáshéj felépítéséhez szükséges alapanyagok (kalcium és karbonát ion) nem állnak rendelkezésre a szükséges mennyiségben (Conrad, 1939). A hőstressz által kiváltott hidrogén-karbonát ürítés következtében csökken a vérplazma hidrogén-karbonát tartalma, ami a héjvastagság és szilárdság csökkenéséhez vezet. A vér sav-bázis egyensúlya a kalciumforgalmat is befolyásolja, a vérplazma kalcium ion tartalmát szabályozó hormonrendszereken, a kötött és ionos állapot közti egyensúly befolyásolásán keresztül (Hurwitz, 1978). Hidrogén-karbonát és magnéziumion szükséges a kalcium bél- és méhizom szövetein keresztül végbemenő aktív transzportjához is (Nys – de Laage, 1984). Odom és munkatársai (1986) megállapítják, hogy a vérben a szén-dioxid parciális nyomása befolyásolja a kalcium ionok áramlását a méhizomban. Így a hiperventillációkor fellépő szén-dioxid nyomás esése visszatarthatja a kalcium transzportot. Az akut hőstressz alapvetően módosítja a tojók ivarszervének működését. A hőleadás gyorsítására megnő a perifériás véráramlás, aminek következtében csökken a hasüregi szervek, így az ivarszervek vérrellátása is. Emiatt a tojássárgája kisebb súlyú és kevesebb összlipid-tartalmú lesz.

Régóta ismert a hőstressz hatására kialakuló alacsony termékenység. A hőstressz termékenységre gyakorolt hatását befolyásolja a faj, fajta. A gúnárnál kisebb mértékű, mint a kakasnál, ill. könnyebb fajtáknál kevésbé csökken a termékenység, mint a nehezebbeknél. A rosszabb termékenységet elsősorban a hímivarú állatok akár 50%-kal csökkent spermatermelésének és a párási aktivitás lanygulásának tulajdonítják (Lake – El-Jack, 1966; Avanzi – Mori, 1983). A hímek mellett a tojók szerepére hívják fel a figyelmet azok a vizsgálatok (5. ábra), amelyekben a tyúkokat éri a hőstressz és a kakasokat nem. Ebben az esetben is nagy-

mértékben csökken a termékeny tojások száma és a keltetési mutatók, amit a petesejt érésének zavara vált ki (Jack – Reviere, 1979), valamint a csírákorong méretének csökkenése (Ngoka et al., 1983).

A hőstressz immunszuppressziót is indukál. A stressz alatt különbség figyelhető meg a baktériumokkal és a vírusokkal szembeni védekezés hatékonyságában. Az antitestek koncentrációja csökken, ezért megnő a csirkék vírusos és mikoplazmás fertőződésének esélye (Zulkifli et al., 1994). A stressz következtében megnő viszont a baktériumok elleni védekezésben kulcsfontosságú szerepet játszó heterofil granulociták mennyisége (Maxwell – Robertson, 1995) és a megemelkedett glükokortikoid szintézis eredményeként a glükokortikoidok gyulladást csökkentő hatása is érvényesül a baktériumos fertőzések leküzdésében.

Akut hőstressz esetében megnő az elhullások száma.

A HŐSTRESSZ MÉRSÉKLÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

Tartási és takarmányozási technológia

Az istállót úgy célszerű építeni, majd működtetni, hogy egyrészt megakadályozzuk a többleshő, sugárzás bejutását, valamint feltorlódását az istállóban, másrészt segítsük az állatokat abban, hogy kánikulára idején könnyen adhassanak le hőt környezetüknek.

Az istállót érő közvetlen napsugárzás intenzitása mérsékelhető, ha az épületet nagylombú fák árnyékolják és füvesített a köztük lévő terület. Igen hatékony védelmet nyújt a napsugárzás ellen a tető fehérre festése és a tető szigetelése.

Az istálló belső hőmérséklete akár 5 °C-kal is csökken a tető locsolásával. Ennek előnye, hogy a belső tér relatív páratartalmát nem növeli, hátránya, hogy igen vízigényes.

Nyári melegben a szellőztetés segítségével távolítjuk el a madarak által termelt hőt.

Statikus szellőzésnél a légáramlás nyitott nyílászárókon és a tetőgerincnél megnyitott nyíláson keresztül történik. A légmozgás áramoltató ventilátorokkal gyorsítható. A dinamikus szellőztetésnél a levegő mozgását a ventilátorok szívó hatása végzi. A légáramlás iránya szerint beszélhetünk kereszt- és hosszirányú (alagút) szellőzésről. A baromfi hőleadását segíti és a madarak között a hőtorlódást megakadályozza a 2–2,5 m/sec sebességű ventiláció.

Száraz időszakban, amikor a relatív páratartalom nem haladja meg a 70%-ot, alkalmazhatjuk a belső párásítást. Ekkor a belső légtérben történik meg a vízcseppek kipermetezése. A cseppméret 10–15 μm -nél ne legyen nagyobb, mert csak így biztosítható, hogy még a légtérben elpárologjon a vízcsepp, és ne nedvesítse az almot és a takarmányt.

A ventilátorral összekapcsolt hűtőpanel használata is csak száraz meleg időszakban javasolt.

A madarak szintjében képződő többlethő mennyisége kisebb lesz mélyalmos tartásban, ha az alom vastagsága 3–5 cm-nél nem nagyobb. Az alom minősége kánikula idején különösen fontos, mivel a nedves alom növeli a levegő páratartalmát és ezzel megnehezíti a madarak evaporációs hőleadását. Mélyalmos tartásban a hőtorlódás kialakulása megelőzhető, illetve annak mértéke csökkenthető üllörudak behelyezésével. A madarak összeszaladását megakadályozhatjuk az istálló belső terének dróthálóval történő tagolásával.

Ketreces tartásnál arra kell törekedni, hogy a tálcák ne akadályozzák a légmozgást, és hogy a ketrec teteje és az istálló teteje között legalább két méter távolság legyen.

Kánikula idején meg kell változtatni a telepítési sűrűséget, egységnyi területre mintegy 20%-kal kevesebb állat telepíthető csak le.

A hűvös, tiszta ivóvízzel nemcsak a nagyobb vízszükségletet (9. ábra) elégítjük ki, hanem elősegítjük az állatok hőleadását, javítjuk a takarmányfelvételt, a tojásterme-

lést és a kelési százalékot is. Kánikulában a madarak vízfelvételének növelésére 20–25%-kal hosszabb itatóra, vagy ennyivel több szelepre van szükség.

Az előzőekből láttuk, hogy a hőstressz okozta takarmányfelvétel csökkenés milyen károkat okoz a termelésben. Tehát két feladatunk van: egyrészt növelni a takarmányfelvételt, másrészt olyan takarmányt etetni, ami fedezi az állatok szükségletét.

A takarmányfelvételt javíthatjuk az etetési idő megválasztásával. A hűvös napszakokban a madarak étvágya nagyobb, továbbá elkerülhetjük, hogy az emésztéssel együtt járó belső hőtermelés, ami az etetés után 2–4 órával jelentkezik, a forró napszakokra essen. Javul a takarmányfelvétel, ha granuláljuk a takarmányt, illetve ha a szénhidrát meghatározott hányadát zsírral/olajjal helyettesítjük (8%-ig). A zsirkiegészítés ízletesebbé teszi a takarmányt és kisebb a hőnövelő (specifikus dinámiás) hatása, mint a szénhidrátoknak és fehérjéknek.

A takarmány táplálóanyagainak emésztését többlethő képzés kíséri a szervezetben. Konstans külső hőmérsékletű környezetben ludak esetében, a táplálékfelvétel után négy órával szignifikánsan megnő (0,5 °C) a kloaka hőmérséklete. Kánikula idején a déli etetéskor, amikor a léghőmérséklet nő, a ludak kloaka hőmérséklete 1,5 °C-kal is megemelkedhet (Molnár, 1990), és így a kloaka hőmérséklete megközelíti a 42 °C-ot.

A kánikula óráiban megvont takarmányozással az emésztéssel együtt járó hőnövelő hatást kívánjuk kikerülni. Hasonló jellegű kutatások a nemzetközi szakirodalomban húspulykára vonatkoztatva állnak csak rendelkezésre. A kísérletekből kiderül, hogy az ilyen jellegű takarmánykorlátozás nem rontja még az intenzív pulykahizlalás eredményességét sem (Özkan et al., 2004).

A takarmány összeállításakor a takarmányfelvétel függvényében kell a takarmányt koncentrálni. Elsősorban az aminosav, vitamin és ásványianyag ellátottságra kell figyelemmel lenni. Az aminosav szükséglet kielégítésére aminosavakat és ne fe-

hérjét adjunk, ugyanis a fehérjéknek igen nagy a hőnövelő hatásuk. Az ásványianyag- és vitamintartalom növelése javasolt a meleg nyári hónapokban. Hőstressz idején hasznos a plusz C- és E-vitamin kiegészítés. A stressz következtében a mellékvese kéregben lecsökkenő aszkorbinsav szint pótlására, ezáltal a stressz mértékének mérséklésére alkalmas a takarmány C-vitaminnal történő kiegészítése. A C-vitaminnal történő kiegészítéssel (1 g/l víz vagy 200 mg/takarmány kg) nemcsak az elhullás lesz kisebb mértékű, hanem javul a tojástermelés a tojássúly, a héjminősége és a kelés is (Nógrádi – Körösi-Molnár, 2001b; Nógrádi et al., 2002). Az E-vitamin (500 mg/kg takarmány), mint természetes antioxidáns fejti ki hatását, ezen kívül javítja a tojástermelést is.

A hőstressz által kiváltott respirációs alkalóziskor végbemenő, nagyobb mértékű bikarbonát-kiválasztás egyensúlyozását szolgálja a takarmány vagy az ivóvíz NaCO_3 -tal történő kiegészítése. A szódabikarbóna (16–20 g/kg takarmány) bekeverésével pótoljuk a lihegéssel elvesztett karbonát iont, elősegítjük a szervezet sav-bázis egyensúlyának fenntartását, valamint stimuláljuk a vízfelvételt, ami a testhőmérséklet csökkentésében játszik fontos szerepet (Arjona et al., 1987; Nógrádi – Körösi-Molnár, 2001a; Nógrádi – Körösi-Molnár, 2001b).

A kifejlett baromfik képesek az aktuális energia és fehérje igényüknek megfelelő takarmány összeválogatására (Vetési, 2002; Vetési et al., 2002; Vetési – Éles, 2003; Vetési et al., 2004) az eléjük tett takarmány-alapanyagokból, különböző gabonafélékből, fehérje- és ásványianyag koncentrátumból.

Madarak hőtűrő-képességének javítása

Az időszakosan kialakuló hőstressz mértéke és negatív hatása csökkenthető a madarak hőtoleranciájának javításával is. A kifejlett baromfik esetében nagyobb mértékű hőrezisztenciát értek el ciklikusan változó hőmérséklet alkalmazásával (Weiss et al.,

1965; Sykes – Al-Fatafiah A., 1981; Molnár A., 1990). Ez a felkészítés azonban hosszabb időt igényel, ezen kívül csak az éppen adott időszakban érvényesül a hatása, és nem a madár teljes életében. Hőstressznek kitett kifejlett ludak mag- és köpenyhőmérséklete csak 72 óra elteltével áll be a normális értékre (Molnár, 1990a).

A neonatális korban történő (Arjona et al., 1988) vagy a fiatal korban hosszabb-rövidebb ideig tartó hőkezeléssel (Yahav, 2001) is nő a hőtolerancia. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy akkor a legeredményesebb a hőkezelés, ha olyan életkorban alkalmazzuk, amikor még nem fejlődött ki teljesen a madár hőszabályozó-rendszere (Dunnington – Siegel, 1984). Feltehetően, hogy a hőszabályozó-rendszer stabilizálódása előtt alkalmazott hőkezeléssel a csirkék hőtűrő-képessége nemcsak rövid időn keresztül javul, hanem ez a hatás kiterjed a madarak egész életére. Ennek hatására egy későbbi életkorban bekövetkező kánikula nem vált ki nagy mértékű stresszt: nem emelkedik meg a testhőmérséklet, nem változik olyan mértékben a vér pH, és mindezek eredményeként lényegesen nagyobb testsúly érhető el a hizlalás végére.

A fiatal korban elvégzett, rövid ideig tartó magas hőmérséklettel való kezelés a házi tyúk fajban eredményes (Yahav, 2001). A kiscsirkék az ötnapos korban végzett hőterhelés után jobban tűrik a 42 napos korban bekövetkezett hőstresszt, amit az mutat, hogy a kloaka hőmérséklete több mint 0,5 °C-kal volt alacsonyabb, mint a nem hőkezeltéké (Yahav – Hurwitz, 1996).

A T3 hormon koncentrációja kisebb a hőkezelt csirkék vérében, ami a hőtermelő folyamatok alacsonyabb szintjére utal (Yahav – Hurwitz, 1996). A pajzsmirigy hormonok szintjének változása befolyásolja, feltételezhetően csökkenti az alapanyagcserét. A fiatal korban végzett akklimatizáció brojler csirke esetében elősegítette egy új energia-egyensúly, energiaszint kialakulását, ami magában foglalta az életfenntartás és súlygyarapodás szükségletét is (Yahav, 2001).

A fiatal madarak hőkezelésével kapcsolatban pozitív eredményekről (súlygyarapodás, mortalitás) számolnak be brojlercsirkén kívül a növendék libáknál (Körösiné Molnár A. et al., 2003) is. A nagyobb hőigényű pulyka esetében, a csirkéhez hasonló eljárással nem tapasztaltak lényegesen jobb eredményeket (Yahav, 2001).

A hőkezelés kislibák esetében azt jelenti, hogy a hagyományos nevelésből 5 napos korban emeljük ki őket és 24 órán keresztül tartjuk egy pontosan 37,5 °C-os hőmérsékletű teremben, majd ezt követően visszakerülnek a szokásos nevelési körülmények közé. A hőkezelés hatására nagyobb mértékű lesz a növendék libák súlygyarapodása. A különbség tízhetes korban már statisztikailag is alátámasztható (7. ábra). A brojler csirkékkel (Yahav – Hurvitz, 1997) ellentétben a növendék libák esetében nem alakult ki súlybeli visszamaradás a kezelést követő hetekben.

Májlibák nyári tömésénél is kedvező eredményekkel járt az ötnapos korban történő magas hőmérsékletre szoktatás. A vizsgálatban a ludak tömése mélyalmos fülkékben, nyitott istállóban zajlott. A levegő hőmérséklete több napon át meghaladta a 35 °C-ot. A hőkezelt csoportból csak feleannyi liba hullott el a tömés alatt, mint a kontrollból. Az átlagos májsúly is nagyobb, a minősége is jobb volt, mint a kontroll csoportban (2. táblázat).

Feltételezésünk szerint fiatal korban a hőszabályozó rendszerbe történő beavatkozás érvényesíti hatását a baromfik későbbi életkorában, így pl. a tojástermelés időszaka alatt is, javítva ezzel a nyári tojástermelés és a termékenység értékeit. Ezt a feltételezést támasztják alá a nyári ciklusban termelő ludakkal elért eredmények (8. ábra). A meleg nyári hónapokban a ludak nemcsak több tojást tojtak, hanem kedvezőbbek voltak a termékenységi és a kelési adatok is. Mindezek eredményeként egy tojólúd 8 kislibával adott többet az előkészített csoportból (21 db), mint a kontrollból (13 db).

A ludak tolltermelését, annak pehelytartalmát is befolyásolta a hőkezelés, a T3 hormon mennyiségének csökkenése által (Yahav – Hurvitz, 1996). A pajzsmirigyhormonok csökkent jelenlétének következtében a tollak kifejlődése elhúzódik, a tollak vékonyabbak lesznek (Höhn, 1961). Ez a jelenség elősegíti a madarak hőleadását, ami különösen fontos a hőség időszakokban. A hőkezelt ludak az első tépés alkalmával 27%-kal, a második és harmadik tépéskor 15%-kal kevesebb tollat adtak, mint a nem hőkezelt ludak (3. táblázat).

A tollak hőszigetelő képességét méri a pehelytartalom. Ez is jelentős mértékben kisebb volt a fiatalkori hőstressz következtében (3. táblázat).

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) ANTAL, E. (2003): Az éghajlatváltozás és a növényállományok vízellátottságának kérdőjelei a XXI. század elején. „AGRO-21” Füzetek 32. sz. 25–48. pp. (2) ARAD, Z. – MARDER, J. – SOLLER, M. (1981): Effect of gradual acclimation to temperatures up to 44 °C. Br.Poult.Sci. 22: 511–520. pp. (3) ARJONA, A.A. – DENBOW, D.M. – WEAVER, W.D. (1988): Effect of Heat Stress Early in Life on Mortality of Broilers Exposed to High Environmental Temperatures Just Prior to Marketing. Poultry Sci. 67: 226–231. pp. (4) AVANZI, C.F. – MORI, B. (1983): Influenza dei fattori climatici sulla fertilità e sulla schiusa dell'anatra mushiata. Riv. Avic. Bologna. 52: 25–27. pp. (5) BOTOS E. P – HAJDÚ E. (2004): A valószínűsíthető klímaváltozás hatásai a szőlő- és bortermelésre. „AGRO-21” Füzetek 34. sz. 61–73. pp. (6) CONRAD, R. M. (1939): The beffect of high temperature on blood calcium of the laying hen. Poultry Sci. 18: 327–329. pp. (7) DUNNINGTON, E. A. – SIEGEL, P. B. (1984): Thermoregulation in newly hatched chickens. Poultry Sci. 63: 1303–1313. pp. (8) GARLICH, J. D. – MCCORNINK, C. (1981): Interrelationships between environmental temperature and nutritional status of chicks. Federation Proceedings. 40:73–76. pp. (9) HILLMAN, P. E. – SCOTT, N. R. – VAN TIENHOVEN, A. (1985): Physiological responses and adaptations to hot and cold environments. In: Yousef (ed.):

- Stress Physiology in Livestock Florida, CRC Press Inc. 1–71. pp. (10) HORN P. (1981): A baromfi biológiai sajátosságai. In: Horn (szerk.): Baromfitenyésztők kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest (11) HÖHN, E. O. (1961): Thyroid glands. In: Marshall (szerk.): Biology and Comparative Physiology of birds. Academic Press, New York, Vol. II. 97–102. pp. (12) HURWITZ, S. (1978): Calcium metabolism in birds. In: Florin, M. – Scheer, B. T. (ed.): Chemical Zoology. Vol. X. Aves. Academic Press New York, 273–306. pp. (13) HUSTON, T. M. – JOINER, W. P. – CARMON, J. L. (1957): Breeding differences in egg production of domestic fowl held at high temperatures. Poultry Sci. 36: 1247–1254. pp. (14) JACK, M.H. – REVIERS, M. (1979): The influence of fluctuating high environmental temperature on egg production, fertility and hatchability of domestic fowl. Arch.Gefl. 43:139–143. pp. (15) KLANDORF, H. – HARVEY, S. (1985): Food intake regulation of circulating thyroid hormones in domestic fowl. General and Comparative Endocrinology. 60: 162–170. pp. (16) KOHNE, H. J. – JONES, J. E. (1975): Acid-base balance, plasma electrolytes and production performance of adult turkey hens under conditions of increasing ambient temperature. Poultry Sci. 54: 2038. p. (17) KÖRÖSINÉ MOLNÁR, A. (1999): Miért csökkenthető a nyári lúdtakarmányok energia- és fehérjetartalma? Állattenyésztés és Takarmányozás. Vol. 48. 826–827. pp. (18) KÖRÖSINÉ MOLNÁR A. – VARGA S. – NÓGRÁDI J. (2003): Hőkezelés hatása a ludak hőtűrőképességének javítására. EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság, Szent István Egyetem – Debreceni Egyetem, II. kötet 422–427. pp. (19) KÖRÖSINÉ MOLNÁR A. – MÉZES M. (2004): A baromfi táplálkozása, takarmányozása. In: Szalay (szerk.): Alternatív baromfitenyésztés és -tartás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 29–43. pp. (20) LAKE, P. E. – EL-JACK, M. H. (1966): The origin and composition of fowl semen. In: Horton, Smith – Amoroso (ed.): Physiology of Domestic Fowl. Edinburgh–London (21) MARDER, J. – ARAD, Z. (1989): Panting and acid base regulation in heat stressed birds. Comparative Biochemistry and Physiology. 94A: 395–400. pp. (22) MAXWELL, M.H. – ROBERTSON, G.W. (1995): The avian basophilic leucocyte. World's Poultry Sci. 51: 307–325. pp. (23) McNABB, F. M. A. – KING, D. B. (1993): Thyroid hormones effect on growth development and metabolism. In: Schreibman et al.(ed.): The endocrinology of Growth Development and Metabolism in Vertebrates. Academic Press, New York, 393–417. pp. (24) MILLER, P. C. – SUNDE, M. L. (1975): The effect of precise constant and cyclic environments on shell quality and other lay performance factors. Poultry Sci. 54: 36–46. pp. (25) MOLNÁR, A. (1989): Egg production of geese under tropical conditions. Bull. Of the Univ. Of Agric. Sci. Gödöllő, No 1. 95–100. pp. (26) MOLNÁR A. (1990/a): A trópusi klíma hatása a ludak anyagcseréjére és tojástermelésére. Kandidátusi értekezés, MTA, TMB, Budapest (27) MOLNÁR, A. (1990/b): Egg production and hatchability of geese kept under warm and temperate conditions. VIII European Poultry Conference, Barcelona, Proc. Vol. 2. 611–614. pp. (28) MOLNÁR, A. (1994): The influence of air temperature and humidity on the metabolic rate and the body temperature of the geese. 9th European Poultry Conference. Glasgow. Proceedings. Vol. 1. 129–130. pp. (29) NGOKA, D.A. – FRONING, G. H. – BABJI, A. S. (1983): Effect of temperature on egg yolk characteristics of eggs from young and old laying hens. Poultry Sci. 62: 718–720. pp. (30) NÓGRÁDI, J. (2004): Még nem publikált adatok a fiatal korban hőkezelt ludak tollminőségéről. (31) NÓGRÁDI, J. – KÖRÖSI-MOLNÁR, A. (2001/a): The influence of some feed additives on the egg quality of geese during the hot summer weather. 10th International Conference of The Association of Institutions for Tropical Veterinary Medicine, 20–23 August, Copenhagen, Denmark, 28 p. (32) NÓGRÁDI, J. – KÖRÖSI-MOLNÁR, A. (2001/b): The influence of vitamin-C, vitamin D3 and sodium bicarbonate feed additives on the hatchability and egg quality of geese during the hot summer weather. Bulletin USAMV-CN nr. 55 ISSN 1454–2382, Cluj Napoca, Romania (33) NÓGRÁDI J. – MOLNÁR-KÖRÖSI A. – TÓTH I. (2002): Effects of some feed additives on the heat tolerance of geese. Bulletin of the Szent István University, Gödöllő, 75–82. pp. (34) NYS, Y. – LAAGE, X. (1984): Effects of suppression of eggshell calcification and of 1,25 (OH)2D3 on Mg²⁺, Ca²⁺ and MgCO₃ ATP-ase, alkaline phosphatase, carbonic anhydrase and CaBP levels-I,II., The laying hen uterus. Comp. Biochem. and Physiol. 78A: 833–844. pp. (35) ODOM, T.W. – HARRISON, P.C. – BOTTJE, W.C. (1986): Effects of thermal induced respiratory alkalosis on blood ionized calcium levels in domestic hen. Poultry Sci. 65: 570–573. pp. (36) OTA, H. (1966): Environmental temperature and egg production. In: Horton-Smith – Amoroso (ed.): Physiology and Biochemistry of domestic fowl. Edinburgh–London 241 p. (37) ÖZKAN, S. – CABUK, M. – KONCA, Y. (2004): Leucocyte responses to acute heat stress in turkey toms either fed restricted or ad libitum during the growth period.

XXII. World's Poultry Congress, Istanbul, Turkey, Book of Abstract. 293. (38) PETERSEN, J. – CHIMA, M. M. – HORST, P. (1976): Bedenbung der Körtertemperatur als Akklimationsparameter beim Legehuhn. Z. Tierz. Zücht. Biol. Hamburg–Berlin (39) ROMIJN, C. – LOKHORST, W. (1966): Heat regulation and energy metabolism of domestic fowl. In: Horton-Smith and Amoroso (ed.): Physiology and Biochemistry of Domestic Fowl. Edinburgh–London, 214–228. pp. (40) SYKES, A. H. – AL-FATAFTAH, A. (1981): Heat acclimatization in laying hens. Zootech.Int.Genova. 4: 14–16. pp. (41) YAHAV, S. (2001): Different strategies to alleviate climatic stress in poultry production. 13th Eur. Symp. Poult. Nutr., Blankenberge, Belgium. Proc. 233–236. pp. (42) YAHAV, S. – HURWITZ, S. (1996): Introduction of Thermotolerance in Male Broiler Chickens by Temperature Conditioning at an Early Age. Poultry Sci. 75: 402–406. pp. (43) YAHAV, S. – SHAMAI, A. – HABERFELD, A. – HOREV, G. – HURWITZ, S. – EINAT, M. (1997): Introduction of Thermotolerance in Chickens by Temperature Conditioning: Heat Shock Protein Expression. In: Thermoregulation, Annals of New York Academy of Sciences, Vol. 813. (44) VAN KAMPEN, M. – ROMIJN, C. (1970): Some aspects of thermoregulation in fowl. Europ. Assoc. Anim. Prod. Publ. No. 13.213. (45) VARGA, S. (2004): Még nem publikált adatok a fiatal korban hőkezelt ludak tojástermeléséről. (46) VETÉSI M. – ÉLES Zs. (2003): Gabonafélék szemesen etetésének hatása a tojó- és növendékludakra. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52. 4. 379–390. pp. (47) VETÉSI M. – KISS L. – KISS Á. – ERDÉLYI M. (2002): Alternatív takarmányozási módszer kidolgozása pecsényekacsák számára. Proc. XXIX. Óvári Tudományos Napok, Proc. 97. (48) VETÉSI M. – KISS L. – KISS Á. – ERDÉLYI M. (2002): Feasibilities of feeding whole grains in free range tableduck production. Arch. Geflügelkunde, 11th European Poultry Conference Abstracts.160. (49) VETÉSI M. (2002): Gabonamavak szemes formában való etethetősége baromfival. Takarmányozás (3.) 10–12. pp. (50) VETÉSI M. – KISS L. – KISS Á. – DARVAS V. – ERDÉLYI M. (2004): Alternatív módszerek a hőstressz csökkentésére a tavi pecsényekacsa tartása során. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban. Debrecen 2004. április 16. (Előadás) (51) WEISS, H.S. – BORBÉLY, E. (1957): Seasonal changes in the resistance of the hen to thermal stress. Poultry Sci. 36: 1383–1384. pp. (52) WEISS, H. S. – FRANKEL, H. – HOLLANDS, K. G. (1963): Acclimatization to hot climate. Can. Journal Biochem. Physiol. 41: 805–815. pp. (53) WILSON, W. O. – SYNCHE, I. – SIOPES, T. D. (1972): Production traits of Leghorn pullets in controlled temperatures. Poultry Sci. 51: 1014. (54) ZULKIFLI, I. – DUNNINGTON, E. A. – GROSS, W. B. – SIEGEL, P. B. (1994): Food restriction early and later in life and its effect on adaptability, disease resistance and immunocompetence of heat-stressed dwarf and nondwarf chickens. British Poultry Sci., 35: 203–214. pp.

1. táblázat

Lúdtojás héjminőségének változása a léghőmérséklet hatására

Léghőmérséklet °C	15	28
Héjvastagság (mm)	0,620 + 0,057	0,533 + 0,054***
Törésérő (kp)	8819,6 + 1294	7520,3 + 1084**
Tojás index (hossz:szélesség)	1,69 + 0,031	1,79 3 + 0,033***

** P < 0,1 *** P < 0,01

Forrás: Molnár, 1994

2. táblázat

A fiatal korban végzett hőkezelés hatása a hizott libamáj-termelésre és a máj minőségére

	Kontroll	Hőkezelt	Különbség
Állatszám	50	50	–
Átl. élősúly a tömés kezdésekor (g)	4859 + 477,0	5206 + 551,7*	+ 347 g
Átl. élősúly a tömés végén (g)	7140 + 676,4	7469 + 665,1*	+ 329 g
Átl. belezett súly (g)	5375,0 + 434,4	5496,9 + 493,1	+ 121 g
Átl. májsúly (g)	589 + 164,3	608,0 + 164,9	+ 50 g
Májprémium (EU/máj)	2,60	2,98	+ 0,38 EU
I. és II. osztályú májak aránya (%)	52,9	70,6	+ 17,7%
Elhullás a tömés alatt (%)	8	4	– 4%

* P < 0,05

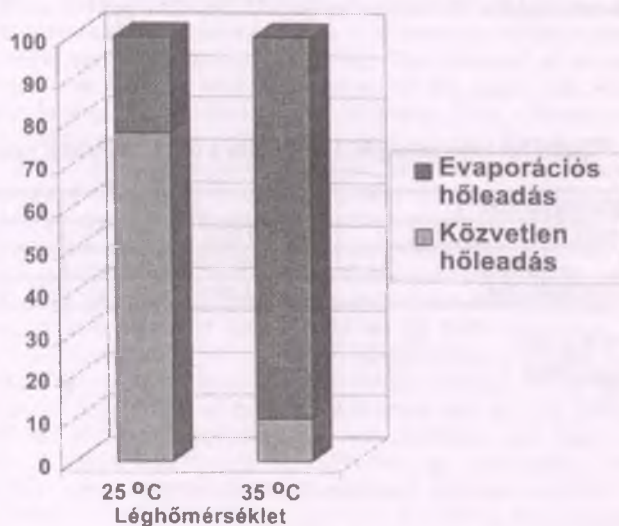
3. táblázat

A toll mennyiségi és minőségi alakulása a hőkezelt és kontroll csoportokban

Csoportok	Toll- és pehelytartalom	Tépések száma		
Hőkezelt csoport	Toll (g)	96	130	132
	Pehely %	8	20	22
Kontroll csoport	Toll (g)	130	152	154
	Pehely %	25	28	29

Forrás: Nógrádi, 2004

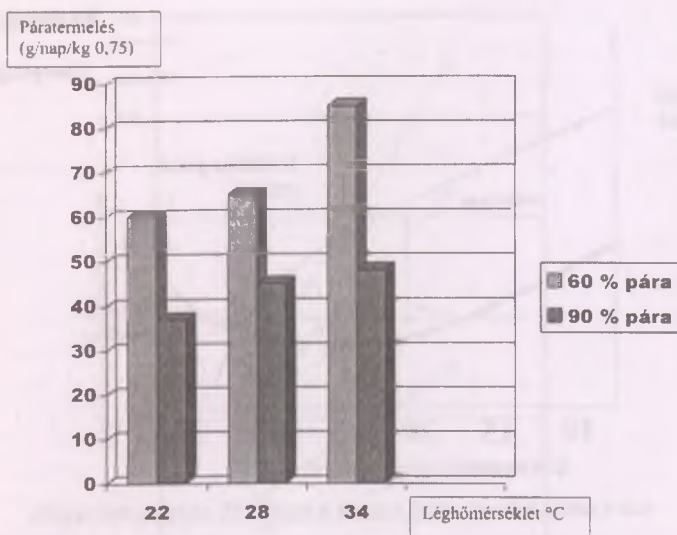
1. ábra

Hőleadás
aránya %

Madarak közvetlen és a közvetett (evaporációs) hőleadásának aránya különböző hőmérsékleten

Forrás: Romijn – Lokhorst, 1966

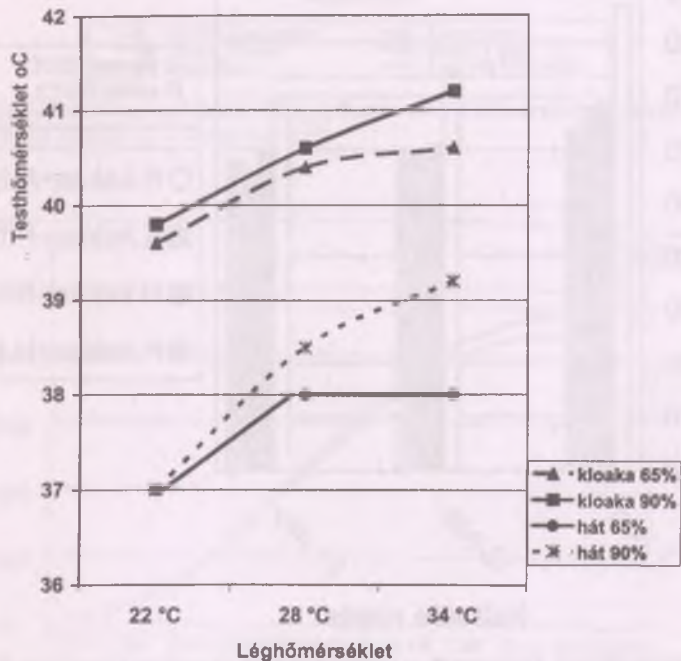
2. ábra



Ludak páratermelése különböző hőmérsékletű és páratartalmú környezetben

Forrás: Molnár, 1990

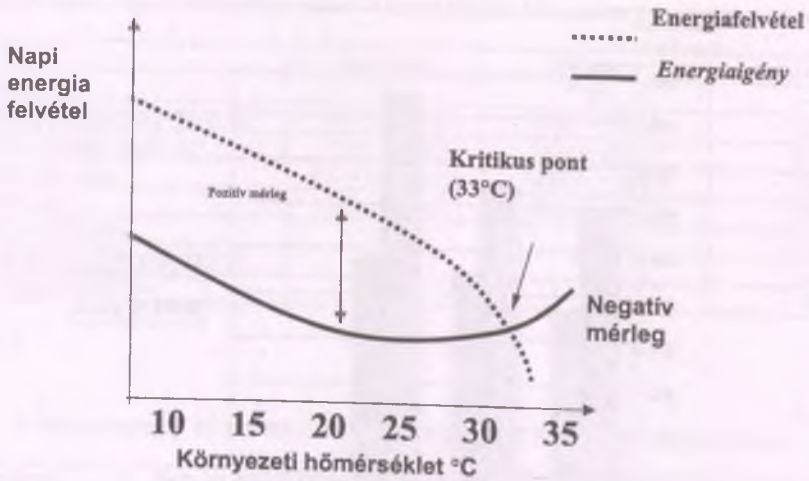
3. ábra



Ludak kloaka és hát hőmérséklete különböző léghőmérsékletű és páratartalmú környezetben

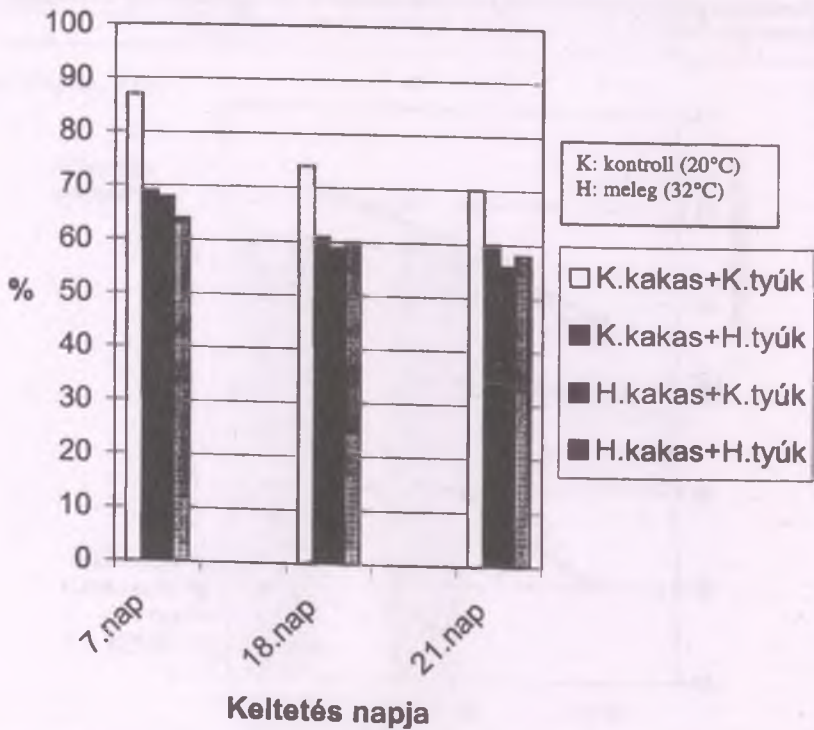
Forrás: Molnár, 1994

4. ábra



Környezeti hőmérséklet hatása a madarak energiamérlegére

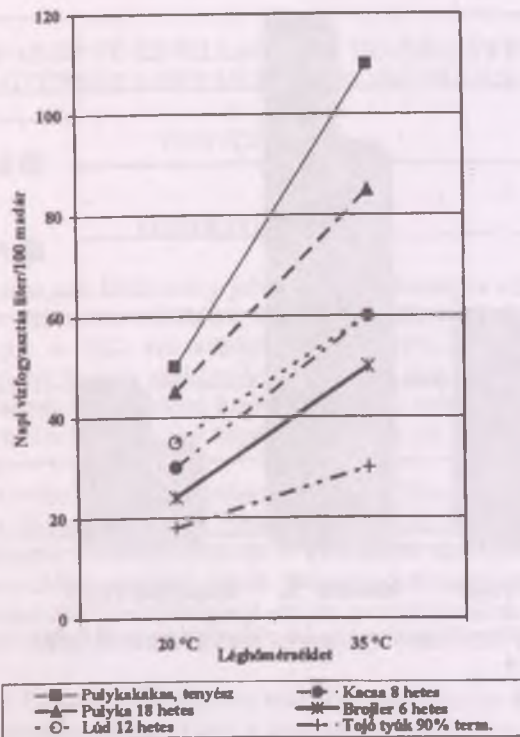
5. ábra



Különböző léghőmérsékletű környezetben tartott kakasok és tyúkok tojásainak termékenysége és keltetési mutatói

Forrás: 1966 Jack és Reviere, 1979

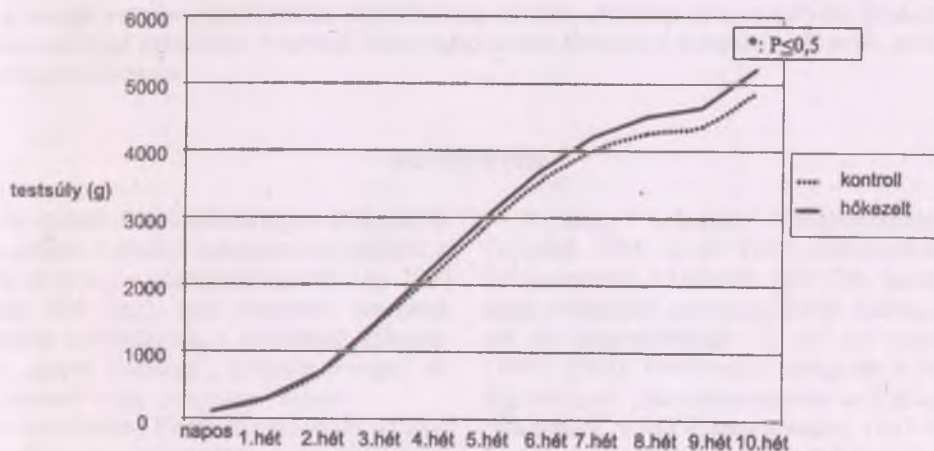
6. ábra



Különböző korú baromfifajok vízfogyasztása eltérő hőmérsékletű környezetben

Forrás: Kőrösiné Molnár A. – Mézes M, 2004

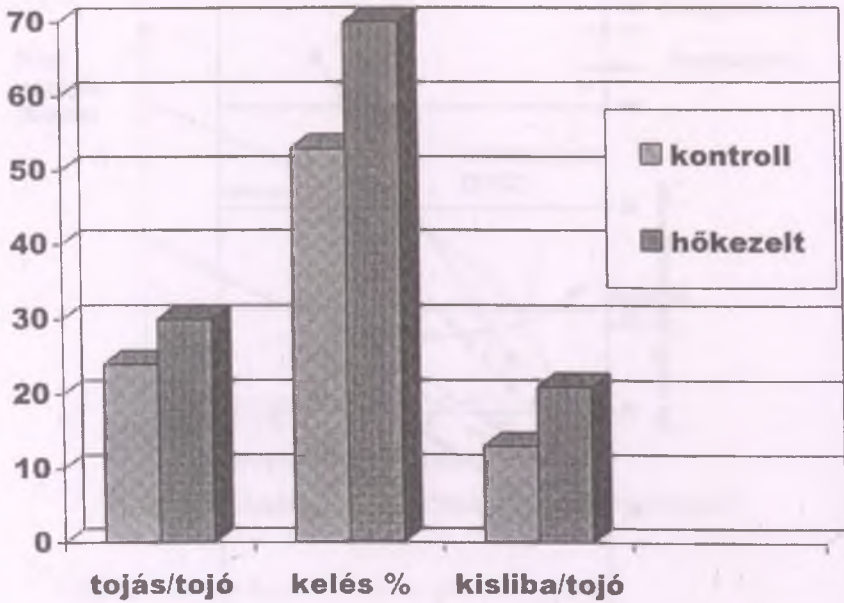
7. ábra



Fiatalkori hőkezelés hatása növendékkludak súlygyarapodására

Forrás: Kőrösiné Molnár A. et al., 2003

8. ábra



Fiatalkori hőkezelés hatása a nyári ciklusban termelő ludak szaporaságára

Forrás: Varga S., 2004

NÉHÁNY PÁZSITFŰ ÉS PILLANGÓSVIRÁGÚ GYEPNÖVÉNY SZÁRAZSÁGTŰRÉSE A BETAKARÍTÁSI IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN

TASI JULIANNA

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt 30–40 évben sok közlemény jelent meg a lehetséges klímaváltozásról. A levegő hőmérsékletének változása emelkedő, a csapadékmennyiségé csökkenő tendenciát mutat. Magyarországon a XX. században mintegy 20%-kal csökkent a csapadék mennyisége. Ez azt jelenti, hogy a csökkenés mértéke 85 mm körül volt. Ilyen körülmények között nagyon fontos figyelemmel kísérni a gyepek terméshozamának változását. Ki kell választani azokat a gyepnövény fajokat, amelyek jól tűrik a szárazságot és termőképesek maradnak.

Gödöllőn, a Szent István Egyetem Gyepgazdálkodási Tanszékén 1981 és 2002 között több kísérlet zajlott a *Bromus inermis*, *Festuca arundinacea* és *Lotus corniculatus* fajokkal. Ezekből származó termésadatokat és a különböző növekedési időszakok alatt rendelkezésre álló csapadék, valamint egyéb időjárási adatok összevetéséből megállapítható volt, hogy a csapadék mennyiségével szoros, pozitív lineáris összefüggésben lévő szárazanyag termés a vizsgált időszakban ugyanúgy csökkenő tendenciát mutatott, mint a csapadék.

A fenti 3 faj közül a *Festuca arundinacea* szárazanyag termése állt legszorosabb összefüggésben a csapadékkal, ugyanakkor a legtöbb időszakban a legnagyobb szárazanyag termelésre volt képes. A *Lotus corniculatus* versenyképessége a vízért folytatott harcban a sarjában megnőtt, amikor a szálfüvek már nem mennek szárba. A *Bromus inermis* termése április végén, a legeltetési idény kezdetén, és június elején, kései kaszálás mellett emelkedett ki.

A levegő relatív páratartalma mindhárom növény esetében erős befolyást gyakorolt a szárazanyag termésre. A levegő hőmérsékletének befolyása kevésbé volt erős, az összefüggés közepes.

BEVEZETÉS

Az elmúlt 30–40 évben egyre többször írtak, szóltak a klíma lehetséges változásáról. A Web of Science adatbázisában 1975 és 2003 között 804 olyan cikk található, amelynek címében előfordulnak a következő kifejezések: „global warming”, „climate change”, ill. az „impact” vagy „response” szavak.

A stockholmi ENSZ Konferencia az Emberi Környezetről (1972) a légszennyezést már tárgyalta, de a klímaváltozás szó még nem jelent meg a dokumentumokban.

A nagy éghajlati világkonferenciák (Torontó 1988, Genf 1990) állásfoglalásai szorgalmazták a légkörbe jutó CO₂ mennyiségét csökkentő energiapolitikák kidolgozását és megvalósítását. A rio de janeiroi (1992) ENSZ konferencia elfogadta a jogilag kötelező, „Keretegyezmény az Éghajlatváltozásról” című dokumentumot. 1997-ben, Kiotóban rögzítették az üvegházhatású gázok csökkentésének mértékét. Az EU 8%-os, Magyarország 6%-os csökkentést vállalt.

Néhány ország ellentétes szándéka miatt a jegyzőkönyv jogilag csak 2005 februárjában lépett érvénybe (Láng et al., 2004).

A nyilvánosságra került adatok szerint a XX. században 0,6 °C körüli az átlaghőmérséklet emelkedése a Földön. A 10 legmelegebb év közül kilenc 1990 és 1998 között volt, a második legmelegebb 2001 (Jolánkai et al., 2004).

A levegő hőmérsékletének emelkedésével együtt jár a csapadék mennyiségének csökkenő tendenciája. Magyarországon a csapadék éves átlaga az 1. ábrán látható tendencia szerint csökkent a XX. században (Varga-Haszonits, 2003). A szélsőértékek közötti különbség nagy, mintegy 85 mm-re tehető, ami 20% körül van. Ilyen körülmények között nagyon fontos figyelemmel kísérni a tömegtakarmányokat termő területek – így a gyepek – hozamának változását. Ki kell választani azokat a gyepnövényeket, amelyek a növekvő aszály mellett is termőképesek maradnak. Figyelemmel kell lennünk a kétszikű gypalkotókra is, gondolva a CO₂ fotoszintézist befolyásoló hatására, amely a C3-as növények termését mintegy 30%-kal növelheti, ugyanakkor a fűfélékét csökkenti (Jolánkai et al., 2004).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A dolgozatban feldolgozott és bemutatott időjárási adatok a gödöllői Meteorológiai Observatórium, valamint a SZIE Kertészeti Tanszék mérőállomásának mérései. A mért adatokból az idősorok alapján MS-Excel program segítségével tendenciákat mutatunk be és ábrákon tesszük könnyebben elemezhetővé azokat.

Az elmúlt évtizedekben a SZIE Gyeptan- és Gyepgazdálkodási Tanszéke által vizsgált gyeptan- és gyeptan- növények közül három kerül bemutatásra a dolgozatban:

1. *Bromus inermis* – Magyar rozsnok
2. *Festuca arundinacea* – Nádas csenkesz
3. *Lotus corniculatus* – Szarvaskerep

A *Bromus inermis* tarackos szálfü, jó szárazságtűrőként ismert. A *Festuca arundinacea* lazabokrú szálfü, ugyancsak megtalálható a száraz fekvésű gyeptársulásokban, annak ellenére, hogy eredeti termőhelye nedves fekvésű volt. A *Lotus corniculatus* pillangósvirágú gypalkotó, megtalálható a száraz fekvésű természetes gyepekben (Barcsák, 2004; Szemán, 2002).

A fenti 3 faj tiszta – egyenkénti – telepítésben beállított kísérletekből származó eredményeit gödöllői termőhelyről, homokos vályog fizikai-féleségű barna erdőtalajon, 1981-ből, 1989-ből és 1990-ből dolgoztuk fel. Ezek a gyepek 2–3 évesek voltak. A *Festuca arundinacea* pázsitfűvel sok kísérletet folytattunk, így a 2000–2003 közötti időszakban is, ugyanazon a termőhelyen. Ekkor azonban a gyepeje 10–13 éves volt.

A különböző évekből származó kísérleteknél, az eredeti céloknak megfelelően, különböző betakarítási időszakok terméseredményei hasonlíthatók össze. 1981-ben 4 növedék adatai május 26., július 5., augusztus 16. és október 6-i dátummal. 1989 és 1990-ben az első növedék betakarítása 10 naponként növekvő időszakokban, 4, ill. 3 változatban történt. Ennek megfelelően 1989 IV. 24., V. 4., V. 14., V. 24., valamint 1990. V. 14., V. 24. és VI. 4. képezte az első növedék betakarítási változatait. 1990-ben a késői kitavasodás miatt tolódott el a betakarítás.

2000–2003 között Német-, Lengyel- és Csehországgal közös projekt miatt VI. 4-i, VII. 4-i és VIII. 4-i betakarítási időket tudunk összehasonlítani. A kísérletek során 100 kg/ha N hatóanyagot használtunk fel, 2000–2003 időszakban nem volt tápanyag utánpótlás a kiöregedett gyepon.

EREDMÉNYEK

A szárazság hatásának megállapításához először vizsgáljuk meg a csapadék alakulását Gödöllő térségében. A 2. ábrán látható, hogy az éves csapadék 1890–2003 között

egyértelműen csökkenő tendenciájú. Az első 10 év (XIX. század utolsó évtizede) csapadék átlaga 595, a 2000 utáni éveké 541 mm (91%). A vegetációs idő alatt lehullott csapadék (3. ábra) csökkenése ugyancsak egyértelmű, 363 mm-ről 329 mm-re (90%). 2000-ig még nagyobb mértékű csökkenés történt, 89%-ra. A téli félév csapadéka (4. ábra) 9%-kal csökkent. Figyelemre méltó, hogy a 60-as évektől gyakorlatilag folyamatos a csökkenés.

A levegő hőmérsékletének hatását is vizsgáltuk. Az 5. ábrán nyomon követhető az egyes betakarítási időszakokban, a növények számára rendelkezésre álló csapadék mellett, a napi középhőmérsékletek időszaki átlaga, a napi maximum hőmérsékletek időszaki átlaga, a relatív páratartalom napi átlagértékének és déli értékének időszaki átlaga. Megfigyelhető, hogy 1981-ben a nyári és őszi melegebb időszakok nagyobb relatív páratartalommal és kevés csapadékkal jártak együtt.

A vizsgált gyepterületek szárazságtűrő képességének összehasonlításához vizsgáljuk meg azok szárazanyag termését (1. táblázat és 6. ábra) és az adott növekedési időszakokban rendelkezésre álló, lehullott csapadék mennyiségét. Látható, hogy a 3 faj közül ugyanannyi csapadékból legtöbbször a *Festuca arundinacea* állított elő több szárazanyagot. A nyári és őszi időszakban fejlődő növedékekben a *Lotus corniculatus* versenyképessége megnőtt. A szálfűvek ebben az időszakban már nem mennek szárba, nem árnyékolják le. Amikor az első növedék betakarításával megvártuk a teljes kifejlődést – előregedett takarmány – június elején, akkor a *Bromus inermis* állított elő legtöbb szárazanyagot ugyanolyan körülmények között.

A 2. táblázat alapján megállapítható, hogy mindhárom gyepterület szárazanyag termelése szoros, pozitív lineáris összefüggést mutatott a növekedési időszak alatti csapadék mennyiségével. Legszorosabb ez az összefüggés a 3 faj közül a *Festuca arundinacea* esetében, amely $P_{0,1\%}$ -on szignifikáns. A csapadéknál is szorosabb a szá-

razanyag termés összefüggése a relatív páratartalom napi átlagértékével. A páratartalom legkisebb, déli értéke csak közepes hatással volt a növények szárazanyag termelésére. A levegő hőmérsékletének hatása is bizonyítható volt. Mind a maximális hőmérséklet, mind a középérték negatív irányú lineáris összefüggést mutatott a szárazanyag termeléssel. A léghőmérséklet befolyása kevésbé volt erős, mint a többi vizsgált tényezőé, az összefüggés közepes.

KÖVETKEZTETÉSEK

Gödöllő térségében (amely vízvázalstón terül el), a folyamatosan csökkenő csapadékkal szoros összefüggésben, 1980 óta csökkenő tendenciát mutatott a vizsgált gyepterületek termésének mennyisége. A csapadék a hőmérsékletnél erőteljesebb hatást gyakorolt a szárazanyag termés alakulására. A vizsgált fajok közül a legeltetési idő kezdetén (IV. vége) a *Bromus inermis* adott legtöbb termést, késői kaszálás (VI. eleje) esetén ugyanígy. Az optimális legeltetési időszakokban, ill. ilyen fejlődési stádiumban a *Festuca arundinacea* termése és szárazságtűrése volt kiemelkedő. A nyári és őszi növedékekben a *Lotus corniculatus* járult hozzá a gyepterület takarmánytermő-, állattartó képességéhez, a *Festuca arundinacea*-val közel azonos, vagy annál nagyobb mértékben. Ebből következően keverék gyepeket kell telepíteni, hogy mindegyik növedékben, minden időszakban legyen legeltetésre alkalmas takarmány. A keverékek összeállításánál – öntözés nélküli gazdálkodás mellett – különös jelentőséggel bírnak az adott körzetre jellemző csapadékviszonyok között kipróbált és bizonyítottan szárazságtűrő fajok. A pillangósvirágú- és egyéb kétszikű gyepterületek jelentősége megnövekedhet a növekvő légköri CO₂-tartalom – „CO₂-trágyázás” – hatására. Utóbbiak aránya a gyepek borítottságában sok vizsgálat szerint növekvő tendenciát mutat

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) BARCSÁK Z. (2004): Biogyeptgazdálkodás. Biogazda Kiskönyvtár, Mezőgazda Könyvkiadó, Budapest (2) JOLÁNKAI M. – LÁNG I. – CSETE L. (2004): Effects of global climate change on agriculture. Proceedings of the III: Alps-Adria Scientific Workshop, Dubrivnik, 1–6 March 2004. 20–25. pp. (3) LÁNG I. – HARNOS ZS. – JOLÁNKAI M. (2004): Alkalmazkodási stratégiák klímaváltozás esetére: nemzetközi tapasztalatok-hazai lehetőségek. Mag, Kutatás, Fejlesztés és Környezet. Budapest 2004. június–július (4) SZEMÁN, L. (2002): Effect of seed mixture components on the diversity of grassland. In: Durand, J. L., Emile, J. C., Huyaghe, C., Lemaire, G.: Multi-Funktion Grassland. EGF Proceedings Volume 7. La Rochelle, France. 2002. 848–849. pp. (5) VARGA-HASZONITS Z. (2003): Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásainak elemzése, éghajlati szcenáriók. „AGRO-21” Füzetek 31. sz. 9–28. pp.

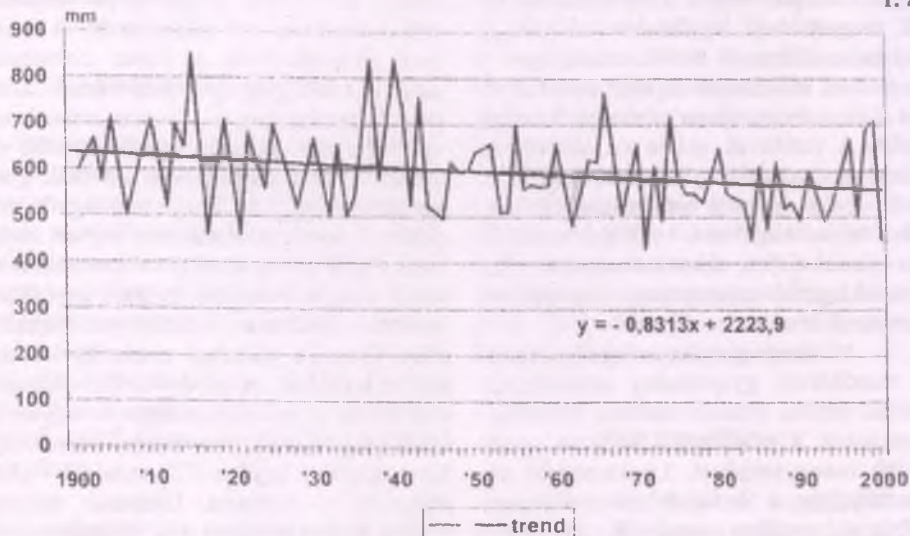
2. táblázat

Néhány időjárási tényező és a termés közötti összefüggés a korrelációs koefficiens (r) alapján (Gödöllő)

	<i>Bromus inermis</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
Csapadék	0,762***	0,823***	0,804***
Hőmérséklet			
– középérték	0,604**	0,648**	0,642**
– maximum	0,615**	0,649**	0,637**
Relatív páratartalom			
– átlag			
– déli érték	0,782***	0,851****	0,853****
	0,457 n.s.	0,526 n.s.	0,545*

Megjegyzés: P = 0,1%****; P = 1%***; P = 5%**; P = 10%; n.s. = nem szignifikáns

1. ábra



Az éves átlagszapadék alakulása a XX. században, Magyarországon

Forrás: Varga-Haszonits, 2003

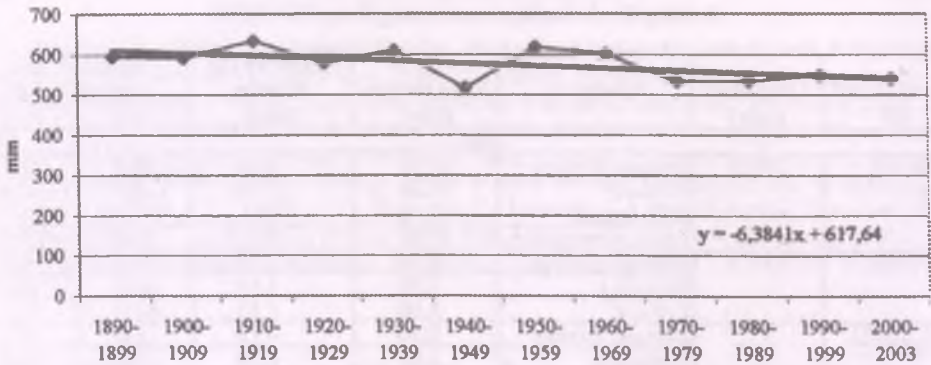
1. táblázat

A vizsgált növényfajok szárazságtűrése (Gödöllő)

Betakarítási idő	Csapadék (mm)	Növényfaj	Zöld termés (t/ha)	Száranyag termés (t/ha)	Termés/1 mm csapadék (kg)	
					zöld	sz.a.
1981						
V. 26–29.	297,0	Bromus inermis	25,20	8,08	85,0	27,2
		Festuca arundinacea	39,20	12,56	132,0	42,3
		Lotus corniculatus	27,60	5,76	93,0	19,4
VII. 5–11.	131,2	Bromus inermis	4,70	1,13	36,0	8,6
		Festuca a.	7,90	1,88	60,0	14,3
		Lotus c.	8,00	1,55	61,0	11,8
VIII. 16–23.	37,2	Bromus inermis	0,50	0,18	13,0	4,8
		Festuca a.	1,00	0,39	28,0	10,4
		Lotus c.	1,30	0,42	34,0	11,3
X. 6.	78,1	Bromus inermis	0,15	0,04	2,0	0,5
		Festuca a.	0,90	0,23	11,0	2,9
		Lotus c.	1,20	0,20	16,0	2,6
1989						
IV. 24.	215,7	Bromus inermis	18,50	2,32	85,8	10,8
		Festuca a.	12,00	1,97	55,6	9,1
		Lotus c.	18,60	1,45	86,2	6,7
V. 4.	244,9	Bromus inermis	10,70	2,40	43,7	9,8
		Festuca a.	25,10	4,67	102,5	19,0
		Lotus c.	23,00	3,35	93,9	13,7
V. 14.	249,4	Bromus inermis	15,70	4,03	63,0	16,2
		Festuca a.	33,30	7,77	133,5	31,1
		Lotus c.	27,20	4,10	109,0	16,4
V. 24.	275,5	Bromus inermis	17,00	5,29	61,7	19,2
		Festuca a.	23,30	6,69	84,6	24,3
		Lotus c.	25,30	4,74	91,8	17,2
1990						
V. 14.	188,4	Bromus inermis	15,23	4,35	80,8	23,0
		Festuca a.	22,69	6,73	120,4	35,7
		Lotus c.	23,15	5,19	122,9	27,5
V. 24.	216,4	Bromus inermis	17,19	7,02	79,4	32,4
		Festuca a.	20,00	7,78	92,4	35,9
		Lotus c.	16,25	5,44	75,0	25,1
VI. 4.	219,2	Bromus inermis	17,08	7,66	77,9	34,9
		Festuca a.	16,25	6,33	74,1	28,9
		Lotus c.	13,61	3,56	62,0	16,2
2000						
VI. 4.	158,2	Festuca a.	4,44	1,93	28,0	12,2
VII. 4.	5,9	Festuca a.	0	0	0	0
VIII. 4.	111,7	Festuca a.	0,95	0,36	8,5	3,2
2001						
VI. 4.	250,9	Festuca a.	7,90	3,15	31,5	12,6
VII. 4.	66,8	Festuca a.	0,91	0,35	13,7	5,2
VIII. 4.	134,0	Festuca a.	1,65	0,51	12,4	3,8
2002						
VI. 4.	151,5	Festuca a.	3,55	1,31	23,4	8,7
VII. 4.	42,3	Festuca a.	0	0	0	0
VIII. 4.	114,4	Festuca a.	0,92	0,42	8,0	3,7

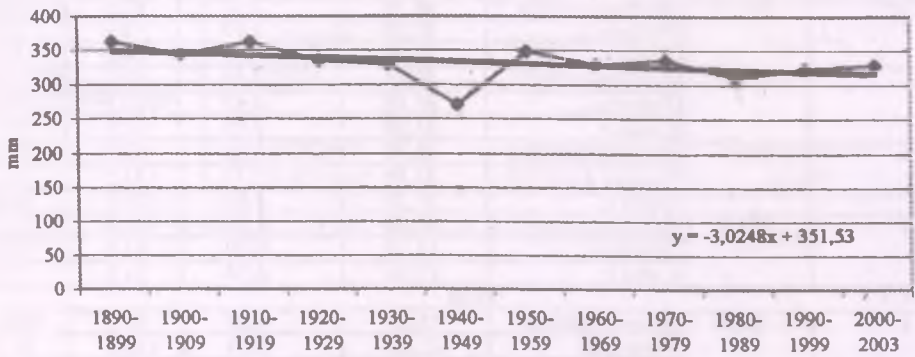
Megjegyzés: N-trágyázás 100 kg/ha, 2000–2002: 0 kg/ha

2. ábra



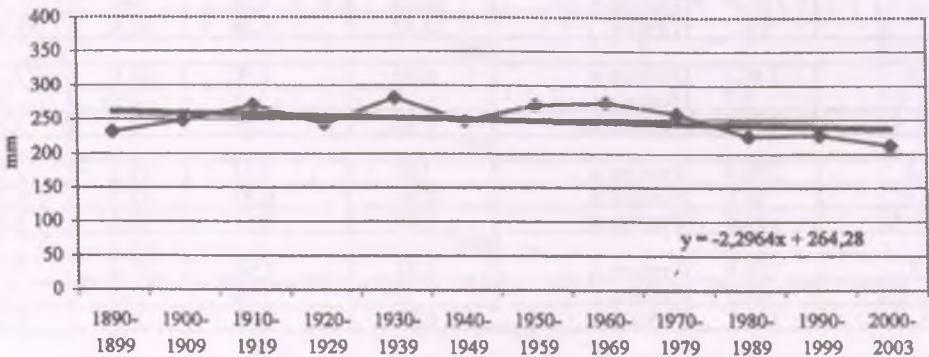
A csapadék mennyisége a tízevenkénti átlagok alapján (Gödöllő)

3. ábra



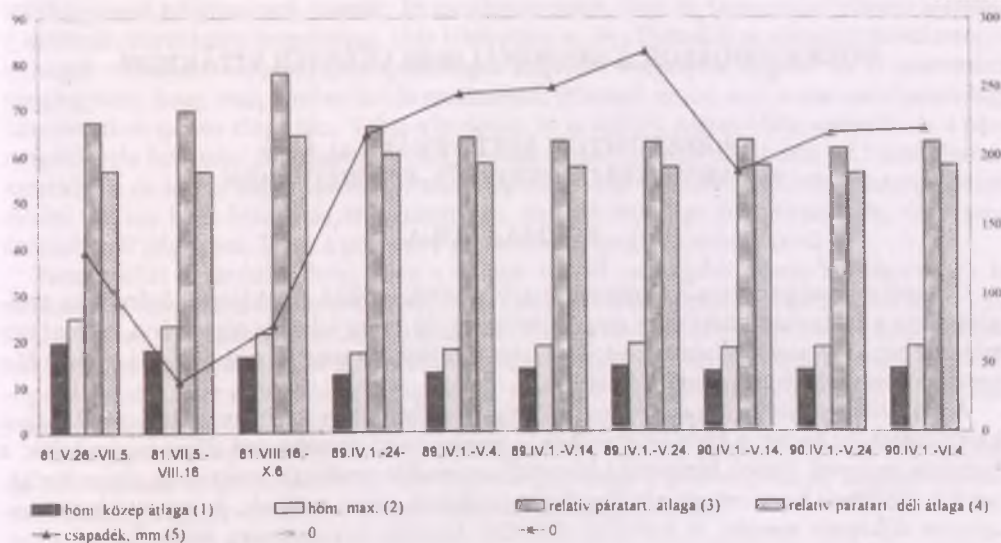
A vegetációs idő csapadékának változása a tízevenkénti átlagok alapján

4. ábra



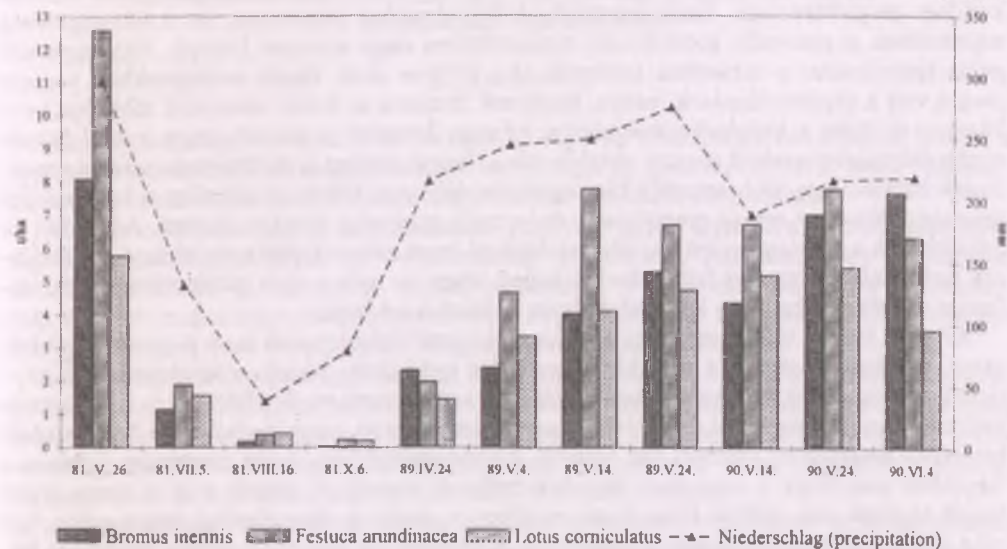
A téli félév csapadékának változása a tízevenkénti átlagok alapján

5. ábra



A főbb időjárási adatok alakulása a vizsgált időszakban

6. ábra



Néhány gyepnövény szárazanyag termésének alakulása és a csapadék (Gödöllő)

HOZZÁSZÓLÁSOK A REGIONÁLIS SZAKÉRTŐI VITÁKHOZ

A BIZTOSÍTÓK SZEREPVÁLLALÁSA A KÁRMEGELŐZÉSBN ÉS -ENYHÍTÉSBN

KOZMA ATTILA

Olvasva és meghallgatva a tájékoztatót a VAHAVA projekt munkájáról, örömmre szolgált, hogy a biztosítási szektort is megemlíti az anyag, mint jelentős tényezőt a kárenyhítés tekintetében. Szeretnék néhány gondolatot írott formában is megosztani önökkel, amelyről a veszprémi rendezvényen is említést tettem.

A biztosítás szerepét a magam részéről tágabb értelemben kezelem, mivel nem csak a kárenyhítésben, hanem a kármegelőzésben is meghatározó szerepe van. Mire is gondolok: a biztosító intézetek (üzleti biztosítók) hosszútávon profitorientáltak, ezért csak olyan kockázatokat vállalnak be, amelyek pénzügyileg vállalhatók, tehát reálisak, és azt is a kockázat-arányos díjképzés mentén. A kockázat-elbírálási szakma folyamatosan jelzéseket ad a biztosítottak felé, amelyek kiterjednek a kármegelőzésre. Például, bizonyos technikai feltételek meglétéhez köti a biztosítás létrejöttét, vagy magasabb díj megállapításával utal a kármegelőzési feladatok hiányosságaira. Természetesen ennek ellenkezője is igaz, a kevésbé kockázatos, a megelőzés tekintetében jó gazdaként viselkedő partnereknél alacsonyabb díjszint kerülhet meghatározásra. Ezek önszabályzó folyamatokat jelentenek, és a kármegelőzés tekintetében, a preventív gondolkodás terjesztésében nagy szerepet kapnak. Egy egyszerű példa igazolásként a biztosítási területről. Az 1990-es évek elején országunkban nagyon magas volt a gépjárműlopások aránya, amelynek hatására az üzleti biztosítók többsége kockázatosnak ítélte a kialakult folyamatokat és vagy kivonult a piacról, vagy sokkal keményebb feltételeket szabott (riasztó megléte stb.). Természetesen a díjtételeken is sokat emelt. Ennek hatására egy többszereplős kármegelőzési folyamat indult el, mivel ez a kedvezőtlen jelenség kihatott az ország megítélésére és komoly gazdasági károkat okozott. A gyártók és forgalmazók a gépjárműveket riasztókkal látták el, bevezetésre került a törzskönyv, a rendőrség technikai és személyi fejlesztéseket hajtott végre és még a civil kezdeményezések, valamint a sajtó is sokat tett a kialakult helyzet javítása érdekében.

Azt sem szabad elfelejteni, hogy maguk a gépjármű tulajdonosok is, a jó gazda elvét követve, mindent megtettek a lopáskár megelőzése érdekében. Ennek eredményeként a gépjárműlopások száma csökkent, a biztosítók újra versengenek az ügyfelekért és a díjszint is kedvezőbben alakult. Ezzel a példával is szeretném igazolni, hogy a piaci alapokon működő biztosítás hatékonyan szerepet tud vállalni a kármegelőzésben. Ezért szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy a nem piaci alapokon működő biztosítási alapok csak a kárenyhítést fogják segíteni, sok esetben olyan károk esetében is, amelyek elkerülhetőek lettek volna. Így még kedvezőtlen folyamatokat is gerjeszthet és nagyon sok pénzügyi forrást emészthet fel, valamint a lakosság preventív gondolkodását gyengítheti. „Miért is előzzem meg a bajt, mikor a káromat majd megtérítik a közös kalapból.”

Továbbá az anyag megemlíti az aszálybiztosítás hiányát a magyar biztosítási gyakorlatban. Ezt természetesen cáfolni tudom az úgynevezett hozambiztosítás létével, amely a szélsőséges évek kárenyhítését hivatott kezelni. Természetesen ezeket a kockázatokat csak olyan mezőgazdasági gazdálkodóknál lehet bevállalni, ahol hosszú évek alatt a jó gazda elvével

tevékenykedő tulajdonosok vannak. Itt meghatározható, több év tapasztalati számai alapján, a növénykultúránkénti termésátlag, akár táblánként is, és a biztosító az elmaradt termésenyisígre vállalhat fedezetet (pl.: szélsőséges időjárási viszonyok végett). Itt is szeretném megjegyezni, hogy csak a jól működő gazdaságok jöhetnek szóba, ami a mai mezőgazdasági környezetben sajnos elég ritka. Tehát a biztosító itt is túlnő a kárenyhítési szerepén és a kár-megelőzésre ösztönöz. Elképzelhető, hogy valaki az aszály ellen védekezik (pl.: öntözőrendszerekkel), de a jég, fagy, belvíz, ill. szélvihar ellen már nehezebb technikai megoldásokat találni. Itt lép be a biztosítás létjogosultsága, de kell hozzá az öntözőrendszer, vagy más kultúrát kell telepíteni. Tehát a preventív gondolkodás megint előtérbe kerül.

Nemzetközi tapasztalat, hogy még a nálunk sokkal gazdagabb állami költségvetések is minimumra tervezik a katasztrófa-alapjaikat. (Nálunk most éppen 2,5 milliárd forintról van szó, szemben egy aszály akár 30–40 milliárd forintos kárértékével.) Sokkal jobban működnek az olyan rendszerek, ahol állami díjtámogatás mellett – az így kárenyhítésben is érdekelt – gazdák maguk gondoskodnak a biztosítási védelem általában elégséges fokáról, és csak ennek limitjei fölött kell végszükség esetén beszállni az államnak.

Összegzésként biztos, hogy kell egy pénzügyi alap, amely a gyors kárenyhítést szolgálja, de nem szabad, hogy ez akkora arányt képviseljen, hogy a preventív és az öngondoskodás gondolatát gyengítse és társadalmi igazságtalanságokat gerjessen.

HOZZÁSZÓLÁS A VAHAVA PROJEKT ELŐZETES ÖSSZEFOGLALÓJÁNAK MISKOLCI VITÁJÁHOZ

BÓKA JÁNOS

Össze foglalojában a projekt, a klímaváltozás kapcsán feladatokkal rendelkezők között, a nagy piaci szereplőket, tőketulajdonosokat jelöli meg. Így, mint a piacvezető hazai biztosító-társaság munkatársa, indítva érzem magam néhány gondolat elmondására.

Az előkészítő bizottság az öt legfontosabb tennivaló között hívta fel a biztosítótársaságok figyelmét termék választékuk és szolgáltatásaik fejlesztésére. Jelentem, hogy társaságunk nyitott a felvetésre, és már eddigi termékpolitikájában is igyekezett megfelelni a gondolatnak. Azt már csak közbevetőleg jegyzem meg, hogy a biztosítás fontossága a közvélekedésben gyakran nem ilyen súllyal jelenik meg, egyébként sajnálatos módon.

Ismereteim szerint a pénzügyi szektor, benne a biztosítással, a klímaváltozással összefüggő feladatokat belső folyamatainak, szakpolitikájának, termék kínálatának, vagy a kontrolling folyamatainak tökéletesítésében jelölte meg, azért, hogy a partnerek előtti kihívásokat kellően támogathassák. A pénzügyi szektor – bármilyen befolyásos is – nem mindenható. Átlátható, megbízható és koordinált szakpolitika nélkül nem lehet hatásos.

A klímaváltozás szakértői az extrém időjárási események kiterjedését és intenzitásának növekedését valószínűsítik. Ennek természetesen a károk bekövetkezésének növekvő kockázata lesz a folyománya.

Magánhasználatra a primer és szekunder kockázatok fogalmat vezettem be. Az elsődleges körben az ingatlanokat, házakat, ipari létesítményeket érő károokra gondolok. Szakértői vélemények szerint a klímaváltozás évi 2–4%-kal növeli a káresemények bekövetkezésének valószínűségét. Ez nem tűnik túl soknak, de ha belegondolunk, azt jelenti, hogy nagyjából 2050 körül a jelenleginek a duplájára emelkedik. Mindehhez azt lehet hozzátenni, hogy az

Allianz Holding biztosítottainak esetében, például az ipari szegmensben, a veszteségek 35–40%-a ma is természeti csapásra vezethető vissza. Tekintettel arra, hogy az Allianz ebben a szegmensben is piacvezető, az értéket jellemzőnek tekinthetjük. Érthető tehát, hogy az Allianz csoport bejelentette, megháromszorozza közvetlen investícióit a környezetbarát beruházásokba. Ez több száz millió eurós értéket jelent.

A szekunder kockázatok alatt a károsodó, megsemmisülő technológiák által okozott károkra gondolok. Ilyen kár például a környezetszennyezés. Ennek lehetséges méreteit talán még becsülni sem nagyon tudjuk.

Néhány gondolatot szeretnék elmondani a magyarországi Allianz társaság gyakorlatáról.

Mi itt, Észak-Magyarországon sajnálatosan nagy tapasztalatot szereztünk a károkról, amelyek a térség mindhárom megyéjében bekövetkeztek. Emlékezetes például a tavaly júniusi, negyedórás intenzív jégverés, amely csak a mi társaságunk felé 3 milliárd Ft nagyságrendű kárt generált. A többi, ehhez mérten kisebb káreseményről pedig az a véleményem, hogy az erdők tarra vágásának elmaradása, vagy a vízelvezető árok rendszeres tisztítása ugyan a kárt nem akadályozta volna meg, de mértéke minden bizonnyal kisebb lenne.

A mindennapjainkban is igyekszünk környezetbarátok lenni. Az ezredforduló óta 8%-kal mérsékeljük az energiafelhasználásunkat. Az említett jégkár kapcsán a járművek javításában környezetbarát technológiát preferáltunk. Ez azt jelenti, hogy nem kell csiszolni, glettelni, festeni. Mérséklődik tehát a vegyi anyag felhasználás. Hasonló hatású az elektronikus eszközökkel támogatott kárrendezési gyakorlatunk: nem csak a fényképelőhívások száma mérséklődik töredékére – megint csak vegyi anyag felhasználásban megtakarítás –, de a károk rendezését is gyorsítja, mérsékelve ezzel a továbbiakat.

Végezetül: talán nem nagy titoksértés, ha elárulom, hogy 2006 első felében az Allianz Hungária részvételével tekinti át a VAHAVA projekt a klímaváltozásnak a hazai utak állapotára, az alkalmazandó javítási technológiákra gyakorolt hatását. De egy piacvezető gépjármű-biztosító részéről ez talán természetes is.

KLÍMA ÉS TELEPÜLÉSRENDEZÉS

NOVÁK ISTVÁN

Minden emberi kultúra kialakulásának és fennmaradásának alapja a természet öfenntartó rendszere. A globális klímaváltozás ezt az öfenntartó rendszert veszélyezteti. A „VAHAVA” projekt a hazai hatásokkal és a válaszadással foglalkozik. Általában megállapíthatjuk, hogy azok az emberi cselekvések, tevékenységek nevezhetők fenntarthatónak, melyek alkalmazkodnak az éltető környezethez, melyek a természeti folyamatokban szervesülnek.

Az emberi tevékenység szintere – általában – a település és annak környezete. Az épített, a művi és a természeti környezetbe való tervezett beavatkozás eszköze a település, a megye és az ország rendezési terve. Az Országos Településrendezési és Építési követelményekről (OTÉK) szóló Kormányrendelet (253/1997) – mely alapján a rendezési tervek is készülnek – lehetőséget biztosíthat a globális klímaváltozásokból eredő problémák tisztázására is.

Az alátámasztó munkarészekbe, de már a fejlesztési koncepcióba is beiktatható a 15–20 éves klimatikus változások elemzése és az ebből fakadó teendők sora. A településszerkezeti terv terület-felhasználása így már ennek figyelembevételével készülhet. Sőt, a Helyi Építési Szabályzat érintheti a szabályozási kérdéseket.

Összegezve: táj- és településrendezési feladatként is szükséges foglalkozni a klímaváltozás következményeivel.

Gyakorló építészként, táj és városrendezőként, valamint városi főépítészként felajánlom elképzeléseim részletesebb ismertetését.

HOZZÁSZÓLÁS A VESZPRÉMI REGIONÁLIS VITÁHOZ

WANTUCHNÉ DOBI ILDIKÓ

Az éghajlatkutatók konszenzusra jutottak abban, hogy földi léptékben a hőmérséklet emelkedése valószínűsíthető az elkövetkezendő évtizedekben. Vitatott többek közt a változás mértéke, több régióban még az előjele is. Folyó kutatások szerint az aeroszol és a vízgőz visszacsatolások szerepe nagyobb lehet, mint ahogy a jelenlegi modellek azt képesek figyelembe venni. A paleoklíma hőmérsékleti idősorok tanulsága szerint a Föld történetében gyors felmelegedési és lehülési szakaszok váltották egymást. Részben az emberi tevékenység okán, minden bizonnyal egy példátlanul gyors felmelegedési szakaszban élünk, felmerülhet oly módon is a kérdés, hány generáción keresztül tarthat ez a periódus? Egyre jobban megismervén a légköri kölcsönhatásokat, tudatosan mennyire lehet befolyásolni a folyamatokat?

A magyarországi éghajlatváltozás nyomon követése mérésekkel és azok elemzésével alapvetően az OMSz feladata. Az intézmény – nemzetközi összehasonlításban is – technikailag jól felszerelt. A klímaadatok kezelésének, sokrétű statisztikai elemzésének hagyományai vannak, dinamikai klímamodellek adaptálása projekt keretében megkezdődött.

A hatás kimutatásának lehetséges objektív eszköze pl. az extrémek gyakoriságában bekövetkező szignifikáns változások nyomon követése. A meteorológiai előrejelzések egyik legfontosabb alkalmazási területe a szélsőséges időjárású helyzetekre szóló speciális riasztások, melyek alkalmas felhasználásával megfelelő megelőzési – szükség esetén katasztrófavédelmi – intézkedésekkel a károk jelentősen csökkenthetők. Ezen a területen, nemzetközi és hazai projektekhez kapcsolódóan, jelentős fejlesztések zajlanak, melyek az információ gyors elérését célozzák. A hosszú távú megelőzésben a tervezés (pl. területrendezési tervek, csatornahálózat) szerepe a meghatározó, melyhez az éghajlati statisztikák (többek közt a visszatérési értékek) nem nélkülözhetők. A biztosítók felé a jelenlegi gyakorlat a káresemények szakértői igazolása.

A VAHAVA szó utolsó összetevője, a válasz vezet el a „fenntartható fejlődés” ellentmondásos fogalmához. Az emberiség lokális közösségekben zajló, helyi igényeket kielégítő módú életformája évezredek óta fenntartható volt. Ezzel szemben az ipari-technikai forradalommal, alig több mint száz éve, egyre gyorsuló ütemben megy végbe, „globalizálódik a fejlődés”. Bebizonyosodott, hogy a globális ellátás-fogyasztás szemléletű életforma földi léptékű problémákat (levegőszennyezés stb.) okoz, melyek következményei nagy bizonytalansággal prognosztizálhatók. Az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható jelenségek figyelmeztetnek arra, hogy a szemlélettel probléma van. Egyértelművé vált, hogy maga a rendszer, a fogyasztói szemléletű, globalizált fejlődés korlátlanul nem tartható fenn. Felmerül a kérdés, hogyan lehet a fejlődést és a fenntarthatóságot együttesen megteremteni, a felvázolt ellentmondást feloldani?

Tény, hogy a mesterségesen kialakított környezet, amely meghatározza mindennapjainkat, szokásainkat, nem „körforgás jellegű”, mint a természeti folyamatok többsége. Az emlí-

tett évezredes, lokális életformával szemben a mai életmód – pl. az épületek, eszközök, társadalmi méretű felelőtlen szokások – ontják a szennyezőanyagokat, a problémák pedig idővel kezelhetetlen méretűvé halmozódnak. A terjedőben lévő ökomozgalmak, a megújuló energiák, az autonóm települések logikája, az évszázadokon át működőképes felelős gondolkodásmód a helyi igények helyben történő ellátásában sejteti a kivezető utat. Olyan környezetvédelmi és természettudományi alapokon nyugvó technológiai (főként műszaki, energetikai, vegyipari stb.) megoldásokra irányítja a figyelmet, melyek a helyi lehetőségeket és azok lehetséges változásait veszik alapul, a tervezés és a működtetés minden apró részletében a környezetbe illeszkednek, emellett a meglévő struktúrában működőképesek, azokkal felcserélhetők.

JAVASLATOK AZ ELŐZETES ÖSSZEFOGLALÓHOZ

SÁMI LAJOS

Tisztelettel javaslom az alábbi kérdés/probléma-körök figyelembe vételét.

1. A szélsőséges és rendkívüli időjárás a jelenlegi, „kvázi” statikus állapot változásának, tranziens jelenségeinek megnyilvánulása. Kialakul-e és milyen újabb egyensúly, ill. meddig tart ez az átmenet? A szélsőséges ingadozások milyen mértéke esetén tekinthető a jelenlegi modell alkalmatlannak?

2. A globális változásokat lokálisan érzékeljük, mérjük. Többek között lokális (pl. települési, városrészi, tömb-belső) felmelegedésekről is beszélhetünk. Milyen a léptékváltozás mértéke, a „kisminta” mérési eredményei milyen max/min térségre általánosíthatók?

3. A VAHAVA információs rendszere, adatbázisai szorosan kapcsolódjanak az OKIR, TEKIR informatikai rendszerekhez, adatbázisokhoz! Milyen formában kívánja megoldani ezt a VAHAVA projekt?

4. A VAHAVA projekt „igazi” válaszai az államigazgatási intézkedésekben, elsősorban eljárásokban realizálódnak. Hogyan és kit kell bevonnai a végrehajtásokba és eljárásokba? Az oktatás és szemléletalakítás nélkülözhetetlen bázisai a KvVM területi szervei.

5. Az „előzetes összefoglalás” is többször kiemeli a nemzetközi együttműködés szükségességét. Célszerű lenne a legfontosabb nemzetközi kutatási módszereket, eredményeket, modelleket összefoglalni, esetleg összehasonlítani.

A regionális vitákhoz, a végső összegzéshez sok sikert kívánok.

HOZZÁSZÓLÁS A PÉCSI REGIONÁLIS VITÁHOZ

RONCZYK LEVENTE

Október 20-án részt vettem a pécsi vitafórumon, sajnos észrevételeimet nem tudtam helyben megtenni, mivel a technikusnak segítettem a felvétel készítésében, de előzetes beszámolójukat elolvasva a következő megjegyzéseket szeretném továbbítani Önöknek.

1. *Piaci szerep.* Szerintem nagyon fontos lenne, hogy a záró dokumentumban megjelenjen

a piac befolyásoló szerepe a természeti erőforrások, termékek és termények újra elosztásában. Ezalatt azt értem, hogy az élelmiszer- vagy az ivóvíz-biztonság vizsgálatokon igen fontos figyelembe venni a termőföldtől, vízbázistól a fogyasztóig zajló értékesítési láncot, azt, hogy erre milyen hatással lehet a változó klíma, esetleg hogyan kell az államnak beavatkoznia a piaci folyamatokba. Úgy gondolom, itt vannak azok a mozgatórugók, amik az Önök által készített ágazati felbontást meghatározzák.

2. *Lakossági tudatformálás.* Talán külön fejezetben kellene foglalkozni olyan ajánlásokkal, amelyek az egyénnek, a lakoságnak lennének címezve, pl. mit tehet a magyar állampolgár, hogy csökkentse az energiafogyasztást, felkészülhessen a közüzemi díjak emelkedésére és az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásaira. Szerintem az energiatakarékosság és a vízfelhasználás területén vannak olyan win-win modellek, amiket azért kellene a döntéshozók figyelmébe ajánlani, hogy bekerüljenek a szabályozási rendszerbe (pl.: hasznosított esővíz bevezetése a szennyvízcsatorna-hálózatba, hogyan lehet a tisztítás költségeit elszámolni stb.), a támogatáspolitikába. Itt kellene említést tenni arról, hogy milyen tudatformáló kampányokat lehetne beindítani. (Minta beruházások a KvVM-mel, „Persányi a naplopó” – elnézést, de szeretem a humort, semmi problémám miniszterünkkel. Az ötletem, csak annyit lenne, hogy pár prominens személyiség költözzön, vagy alakítsa át lakását energiatakarékossá, akár állami pénzen, hogy példát mutathassanak.) Szerintem igen lényeges lenne rávilágítani arra, hogy az egyén is felelős az éghajlatváltozásért, és vannak lehetőségei tenni ellene.

Továbbá szeretnék bejelentkezni az említett konferenciákra, poszter kiállításokkal. Nagy örömömmre szolgálna, ha részletesebb felvilágosítást is kaphatnék. Felszíni lefolyás-modellezéssel foglalkozom települési környezetben, így a kátyúk is bekerültek a látószögünkbe.

GLOBAL CLIMATE CHANGE AND THE STRESS TOLERANCE OF CEREALS

By
VEISZ, OTTÓ – BENCZE, SZILVIA

The phytotron of the MTA (Hungarian Academy of Sciences) Agricultural Research Institute presents a unique opportunity to study the stress tolerance of plants. In the climate chambers of the phytotron environmental factors vital to plant life can be regulated in a programmed, reproducible fashion. Since the construction of the phytotron the genetic and physiologic background to frost and drought tolerance has been investigated. Research into the effects of climate change began in the early 90's with the aim of determining the effects of expected climate change on the development and yields of eared cereals. The projected climate changes in Carpathian Basin are increases in atmospheric CO₂, increases in average atmospheric temperature, increases in the frequency of extremely hot days (heat shock) and decreases in precipitation. The consequences of these changes were at first investigated one at a time, than the aggregate effects of changing conditions were analysed. Heat stress tolerance was investigated at increased atmospheric CO₂ concentrations at various levels of nutrient supply and the following conclusions were made.

- Heat stress brought about early, forced repining of plants that lead to reduced biomass and decreased yield.
- Heat stress during the period of grain growth at increased levels of available nitrogen lead to relatively greater reduction in yield than when nutrients were less generously supplied.
- An increase in the level of atmospheric CO₂ compensated partially or fully for the biomass and crop yield reducing effects of heat stress.
- The beneficial effects of increased CO₂ on biomass and crop yield were little or not at all apparent when nutrient supply was kept low.
- When nutrient supply was generous primarily the number of grains increased; their size remained the same or was even reduced.
- The quality of crop was determined much more by the character of species than the environmental conditions under which they were grown.
- At twice the present atmospheric CO₂ concentration crop quality generally deteriorated, although the extent of deterioration was significant only at poor levels of nutrient supply.
- Good nutrient supply (the presence of both phosphorus and nitrogen) extended the process of ripening. At increased level of atmospheric CO₂ concentrations ripening lasted even longer.
- If soil lacked sufficient nutrients CO₂ levels twice the natural atmospheric concentration hastened early ripening even more.

- Species of autumn wheat reacted to various climatic conditions and levels of nutrient supply in various ways.

- The Mv Emma, an outstanding species produced good quality crop even at modest levels of nutrient supply. The crop quality of two other species (Mv Martina, Mv Mezőföld) depended on good nutrient supply to a greater extent.

- In the case of Mv Emma an increase in atmospheric CO₂ level did not significantly reduce quality, but it did increase significantly the yield. Under the same conditions the Mv Martina and Mv Mezőföld species produced inferior quality and their yield was increased to a smaller extent than that of Mv Emma.

The experiments have shown that the diversity of autumn wheat allows the selection of genotypes, which due to their capacity to accommodate can be cultivated with increased crop security under changed environmental conditions.

POSSIBILITY OF MODERATING DROUGHT DAMAGE BY SELECTION OF ROOTSTOCK VARIETIES IN HILLSIDE REGIONS

By

DIÓFÁSI, LAJOS – BÍRÓNÉ TOMA, GIZELLA – CSIKÁSZNÉ KRIZSICS, ANNA –
KHIDHIR, KINAN MOHAMED

For enhancing competitiveness in vine-growing social, economic and climate changes in the last decade influence the selection of root-stock varieties and of the place and technology of cultivation. For growing quality vine we cannot opt out of using steep hillsides with greater than 15% gradient, but with special microclimate. The risks of erosion and drought damage are significantly increased at these locations. In this study we aimed at moderating drought damage and selecting vine species or combinations of root-stock varieties that can successfully cultivated. Of the 8 rootstocks and 8 grapevine varieties (in 46 combinations) we employed in the vine growing experiments at the Szentmiklós-hegy Research Farm of FVM Viticulture and Oenology Research Institute at Pécs in 1999 here we report our findings for Cabernet Sauvignon of 2004. On the basis of yield, quality parameters and root-stock condition the performance and stress tolerance of Ruggeri 140, Richter 110 and Georgikion 28 were found to be outstanding.

AGRI-CLIMATOLOGIC ANALYSIS OF EXTREME MOISTURE VALUES IN THE PERIOD BETWEEN 1951 AND 2000

By

VARGA-HASZONITS, ZOLTÁN – VARGA, ZOLTÁN – LANTOS, ZSUZSANNA –
ENZSÖLNÉ GERENCSÉR, ERZSÉBET

On the basis of daily readings the authors studied the extreme values of precipitation, evaporation and soil moisture, which are the three most important factors of water budgeting. They emphasised that the aggregate effect of the three factors had to be taken into account in agri-climatological analysis.

It is the quantity and temporal distribution of precipitation that affects plant cultivation therefore we have studied both high precipitation events and the distribution of rainy and rain free days. Daily precipitation in excess of 50mm is a rare event in this country and so are periods of 20 consecutive days free of precipitation.

The temporal and spatial distribution of evaporation is measured in terms of relative evaporation, which is the ratio of actual and potential evaporation. Values of relative evaporation are highest in winter months and lowest in summer months. However, values of evaporations in wetter regions are higher than in drier regions throughout the year. The differences are smallest in winter months and highest in summer months.

Fig 4 and 5 illustrate that relative evaporation and soil moisture are closely related. Neither high soil moisture (in excess of 80%) nor low soil moisture (below 40–60%) favours plant development. On the basis of yearly variation in soil moisture locations and periods suitable for plant cultivation can be well distinguished.

THE INFLUENCE OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON THE MECHANISATION TASKS OF AGRICULTURAL AND FORESTRY TECHNOLOGY

By

JÓRI, J. ISTVÁN – FENYVESI, LÁSZLÓ – HAJDÚ, JÓZSEF – HORVÁTH, BÉLA –
WACHTLER, ISTVÁN

The assumed effects of global climate change affect practically all branches of agriculture in some form or another. A number of procedures have been designed in the past to ameliorate the consequences of too little (drought) or too much precipitation (excess surface water). The mechanisation requirement of these tasks can be satisfied from technical and technological points of view. However, farmers are unable to prepare for the occasional extraordinary tasks for economic reasons. Therefore they require devices that are suitable for dealing with special tasks beyond normal operational practices. Possible responses to the challenges of climate change are as follows:

- technological improvement (developing and applying procedures for improved water budgeting);
- combination/elimination of operations (preventing or moderating the development of unfavourable soil conditions);
- quicker, more flexible, more effective machine park (optimal timing for the application of technology);
- task-oriented mechanisation (acquisition of special machinery to be used in emergency).

These observations indicate that an effective response to climate change includes greater investment but lower exploitation of machinery that is it involves extra costs. Furthermore continued R&D operations are required for mechanisation:

- determination of erosion effects due to various technologies;
- reduction of energy usage;
- increased application of renewable energies;
- determination of the rate and effects of soil and animal emissions;
- development of machines capable of quick and effective response to new challenges

GLOBAL CLIMATE CHANGE AND FORESTRY

By
TASNÁDY, PÉTER

Global climate change is a huge challenge for our profession, fundamentally determining the forestry tasks of the 21st Century. Changes of precipitation around Pápa, the national precipitation register and forestry records in the last decades indicate climatic drying. A number of models have been constructed for the domestic extent of this phenomenon, all which projects a decline in precipitation. Beyond drastically moderating the rate of air pollution the best strategy to halt this process is the preservation and if possible expansion of forests (by preserving their microclimate) for absorbing atmospheric carbon dioxide.

To follow changes we have to prepare the countrywide weather stations, local emergency plans have to be made and the present supporting regimes have to be adapted on the basis local data and experience, inter-ministerial and international cooperation has to be established and all scientific and professional experience have to be applied in order to maintain forests to the end despite the deteriorating environmental conditions. By the introduction of indigenous and related, pioneer species, purposeful forest renewal and cultivation techniques and the preservation of forest microclimate (thereby, essential water supply and humidity vital for the forest) the forested countryside may even be expanded. Because of worsening climatic conditions traditional forest cultivation and within this forest renewal is becoming increasingly impractical due to increasing costs and the traditional wood-cutting regime is drifting into a state of crisis. The application of PRO SILVA principles can be an important weapon in the hands of forest farmers because it is a far more easily applicable and cheaper way of preserving forest climate than all other ways of forest usage. Therefore the climate change is the chief “ally” of PRO SILVA way of forest cultivation, because to preserve forest climate it will enforce forest usage with least interference.

POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE HEAT TOLERANCE OF BIRDS AND MODERATING HEAT STRESS IN BROILER FARMS

By
KŐRÖSINÉ MOLNÁR, ANDREA – NÓGRÁDI, JUDIT – VARGA, SÁNDOR –
PODMANICZKY, BÉLA – GERENDAI, DÓRA – SZABÓ, ZSUZSA

According to data of 2003 the loss of domestic poultry keepers and processors amounted to around 20 billion HUF. Two factors were responsible for the loss. On the one hand the long hot summer retarded the development rate of poultry and caused in the case of broiler keepers a reduction of 3–5% turnover. On the other hand the summer heat caused such a reduction in feed production that feed prices increased by 30%. The profitability of poultry keeping during heat waves may be improved from two directions. One of these is the application of keeping and feeding technologies that help to prevent the birds' heat stress. Another is the provision of even feed supply. Stress due to high temperature causes more serious problems than that due to low temperature. Partly this is because the upper limit of birds' natural body temperature (for the sake of efficient life function) is very nearly the

temperature value at which an organism dies. And partly the efficiency of heat dissipation needed to preserve optimal body temperature during heat stress is considerable less effective than that of heat production in a cold environment. Consequently birds can defend themselves against heat less effectively than against cold.

DROUGHT TOLERANCE OF SOME LAWN GRASSES AND PASTURE LEGUME SPECIES AS A FUNCTION OF HARVEST TIME

By
TASI, JULIANNA

Numerous articles have been published about possible climate change during the last 30–40 years. Air temperatures tended to increase and precipitation tended to decline. In Hungary during the 20th Century precipitation decreased by 20%, that is about 85mm/annum. Under these circumstances it is important to pay attention to changes in crop production of grasses. Grass species have to be selected for tolerance to aridity and the ability to maintain crop production in arid conditions.

At the Department of Grassland Management, Szent István University in Gödöllő, between 1981 and 2002 numerous trials were carried out with the *Bromus inermis*, *Festuca arundinacea* and *Lotus coniculatus* species. Data such as crop production, precipitation during growth period and other weather parameters indicated that dry matter produced was closely and linearly related to the quantity of precipitation. As precipitation declined so did the dry matter produced by the species.

Of the three species crop production of *Festuca arundinacea* was found the most closely related to precipitation, but at the same it had the ability to yield the most dry-matter during most trials. The competitiveness of *Lotus corniculatus* for water increased in after-crop, when top-grass already failed to develop. Crop yield of *Bromus inermis* was outstanding at the end of April at the beginning of grazing season and at the beginning of June at the time of late harvest.

Atmospheric humidity strongly affected the dry matter yields of all three plant species. The influence of air temperatures was less pronounced and its correlation with yield was merely mediocre.

CONTENTS

STUDIES

<i>Veisz, Ottó – Bencze, Szilvia</i> : Global climate change and the stress tolerance of cereals.	3
<i>Diófási, Lajos – Biróné Toma, Gizella – Csikászné Krizsics, Anna – Khidhir, Kinan Mohamed</i> : Possibility of moderating drought damage by selection of rootstock varieties in hillside regions	18
<i>Varga-Haszonits, Zoltán – Varga, Zoltán – Lantos, Zsuzsanna – Enzsölné Gelencsér, Erzsébet</i> : Agri-climatologic analysis of extreme moisture values in the period between 1951 and 2000	26
<i>Jóri, J. István – Fenyvesi, László – Hajdú, József – Horváth, Béla – Wachler, István</i> : The influence of global climate change on the mechanisation tasks of agricultural and forestry technology	38
<i>Tasnády, Péter</i> : Global climate change and forestry	56
<i>Kőrösiné Molnár, Andrea – Nógrádi, Judit – Varga, Sándor – Podmaniczky, Béla – Gerendai, Dóra – Szabó, Zsuzsa</i> : Possibilities for improving the heat tolerance of birds and moderating heat stress in broiler farms	67
<i>Tasi, Julianna</i> : Drought tolerance of some lawn grasses and pasture legume species as a function of harvest time	81

WRITTEN CONTRIBUTIONS TO REGIONAL EXPERTS' DEBATE

<i>Kozma, Attila</i> : The role of insurers in the prevention and moderation of damage	88
<i>Bóka, János</i> : Contribution to the Miskolc debate concerning the preliminary summary of the VAHAVA project	89
<i>Novák, István</i> : Climate and settlement planning	90
<i>Wantuchné Dobi, Ildikó</i> : Contribution to the Veszprém regional debate	91
<i>Sámi, Lajos</i> : Suggestions to the previous summary	92
<i>Ronczyk, Levente</i> : Contribution to the Pécs regional debate	92
Summary	94

Szabó Zsuzsa, a Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet gyakornoka (2100 Gödöllő, Isaszegi út, Tel.: 28/511-300, Fax: 28/430-184, E-mail: szaszu@katki.hu)

Tasi Julianna, a SZIE Növénytermesztési Intézet Gyepgazdálkodási Tanszék egyetemi adjunktusa (2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Tel.: 28/420-200/1673, Fax: 28/410-804, E-mail: tasi.julianna@mkk.szie.hu)

Tasnády Péter, az Állami Erdészeti Szolgálat Veszprémi Igazgatóságának erdőfelügyelője (8200 Veszprém, Szt. Margit park 2., Tel./Fax: 89/510-350, E-mail: tasnady.peter@aeszh.hu)

Varga Sándor, a Gödöllői Állattenyésztő Bt. ügyvezetője (2100 Gödöllő, Egyetem tér 7., Tel.: 20/496-2816, Fax: 28/510-986, E-mail: v.s@invitel.hu)

Varga Zoltán, az NyME Mezőgazdasági 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)

Varga-Haszonits Zoltán, az NyME Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar Matematika-Fizika Tanszék professor emeritusa (1181 Budapest, Margó T. u. 82., Tel.: 292-2101, E-mail: vargahz@mtk.nyme.hu)

Veisz Ottó, az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete ügyvezető igazgatóhelyettese (2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2., Tel.: 22/569-506, Fax: 22/460-213, E-mail: veiszo@mail.mgki.hu)

Wachtler István, a Károly Róbert Főiskola Mezőgazdasági Műszaki Tanszék egyetemi tanára, tanszékvezető (3200 Gyöngyös, Mátrai út 36., Tel.: 37/518-304, Fax: 37/518-334, E-mail: iwachtler@karolyrobert.hu)

Wantuchné Dobi Ildikó, az OMSz Értékelő és Módszertani Osztály osztályvezetője (1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1., Tel.: 346-4614, Fax: 346-4687, E-mail: dobi.i@met.hu)

SZÁMUNK SZERZŐI

- Bencze Szilvia**, az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete tudományos munkatársa (2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2., Tel.: 22/569-549, Fax: 22/460-213, E-mail: benczesz@mail.mgki.hu)
- Bíróné Toma Gizella**, az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet osztályvezetője (7634 Pécs, Pázmány Péter u. 4., Tel.: 72/517-930, E-mail: vitivin@axelero.hu)
- Bóka János**, az Allianz Hungária Biztosító Rt. Észak-magyarországi igazgatóságának területi igazgatója (3527 Miskolc, Ady E. u. 16., Tel.: 46/513-600, Fax: 46/513-601, E-mail: janos.boka@allianz.hu)
- Csikászné Krizsics Anna**, az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet osztályvezetője (7634 Pécs, Pázmány Péter u. 4., Tel.: 72/517-930, E-mail: vitivin@axelero.hu)
- Diófási Lajos**, az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet tudományos tanácsadója (7634 Pécs, Pázmány Péter u. 4., Tel.: 72/517-930, E-mail: vitivin@axelero.hu)
- Enzsölné Gerencsér Erzsébet**, az NyME Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar Matematika-Fizika Tanszék egyetemi tanársegéde (9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2., Tel.: 96/566-677, Fax: 96/566-610, E-mail: enzsolne@mtk.nyme.hu)
- Fenyvesi László**, az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet főigazgatója (2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4., Tel.: 28/511-601, Fax: 28/511-600, E-mail: fenyvesi@fvmmi.hu)
- Gerendai Dóra**, a Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet tudományos munkatársa (2100 Gödöllő, Isaszegi út, Tel.: 28/511-300, Fax: 28/430-184, E-mail: gerendai@katki.hu)
- Hajdú József**, az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet tudományos főigazgató-helyettese (2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4., Tel.: 28/511-605, Fax: 28/511-600, E-mail: hajdu@fvmmi.hu)
- Horváth Béla**, az NyME Erdőmérnöki Kar Erdészeti Géptani Tanszék egyetemi tanára, tanszékvezető (9400 Sopron, Ady E. u. 5., Tel.: 99/518-153, Fax: 99/518-111, E-mail: horvathb@emk.nyme.hu)
- Jóri I. István**, a BMGE Terméktervezés és Mezőgazdasági Gépek Tanszék egyetemi tanára, tanszékvezető helyettes (1111 Budapest, Bertalan u. 1., Tel.: 463-1748, Fax: 463-3505, E-mail: jori.istvan@gszk.bme.hu)
- Khidhir Kinan Mohamed**, az FVM Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet tudományos munkatársa (7634 Pécs, Pázmány Péter u. 4., Tel.: 72/517-930, E-mail: vitivin@axelero.hu)
- Kozma Attila**, az Allianz Hungária Biztosító Rt. Közép-dunántúli Igazgatóság területi igazgatója (8200 Veszprém, Óváros tér 19-20., Tel.: 88/590-820, Fax: 88/404-711, E-mail: attila.kozma@allianz.hu)
- Kőrösiné Molnár Andrea**, a Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet osztályvezetője (2100 Gödöllő, Isaszegi út, Tel.: 28/511-300, Fax: 28/430-184, E-mail: amolnar@katki.hu)
- Lantos Zsuzsanna**, az NyME Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar Matematika-Fizika Tanszék egyetemi docense (9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2., Tel.: 96/566-677, Fax: 96/566-610, E-mail: lantos@mtk.nyme.hu)
- Nógrádi Judit**, az Agrárintervenciók Központ osztályvezetője (1095 Budapest, Soroksári út 22-24., Tel.: 219-4500/1510, E-mail: nogradij@aik.hu)
- Novák István**, az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság építési albizottságának elnöke (6721 Szeged, Timár u. 8/B., Tel.: 62/541-080, Fax: 62/541-081, E-mail: novak@v.net.hu)
- Podmaniczky Béla**, a Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet tudományos segédmunkatársa (2100 Gödöllő, Isaszegi út, Tel.: 28/511-300, Fax: 28/430-184, E-mail: podm@katki.hu)
- Ronczyk Levente**, a Pécsi Tudományegyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Földrajzi Intézet tudományos segédmunkatársa (7624 Pécs, Ifjúság u. 6., Tel.: 72/503-600/4827, Fax: 72/501-531, E-mail: hidrogen@gamma.ttk.pte.hu)
- Sámi Lajos**, a Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség osztályvezetője (2025 Debrecen, Hatvan u. 16., Tel.: 52/511-051, Fax: 52/511-040, E-mail: sami@tktvf.kvvm.hu)