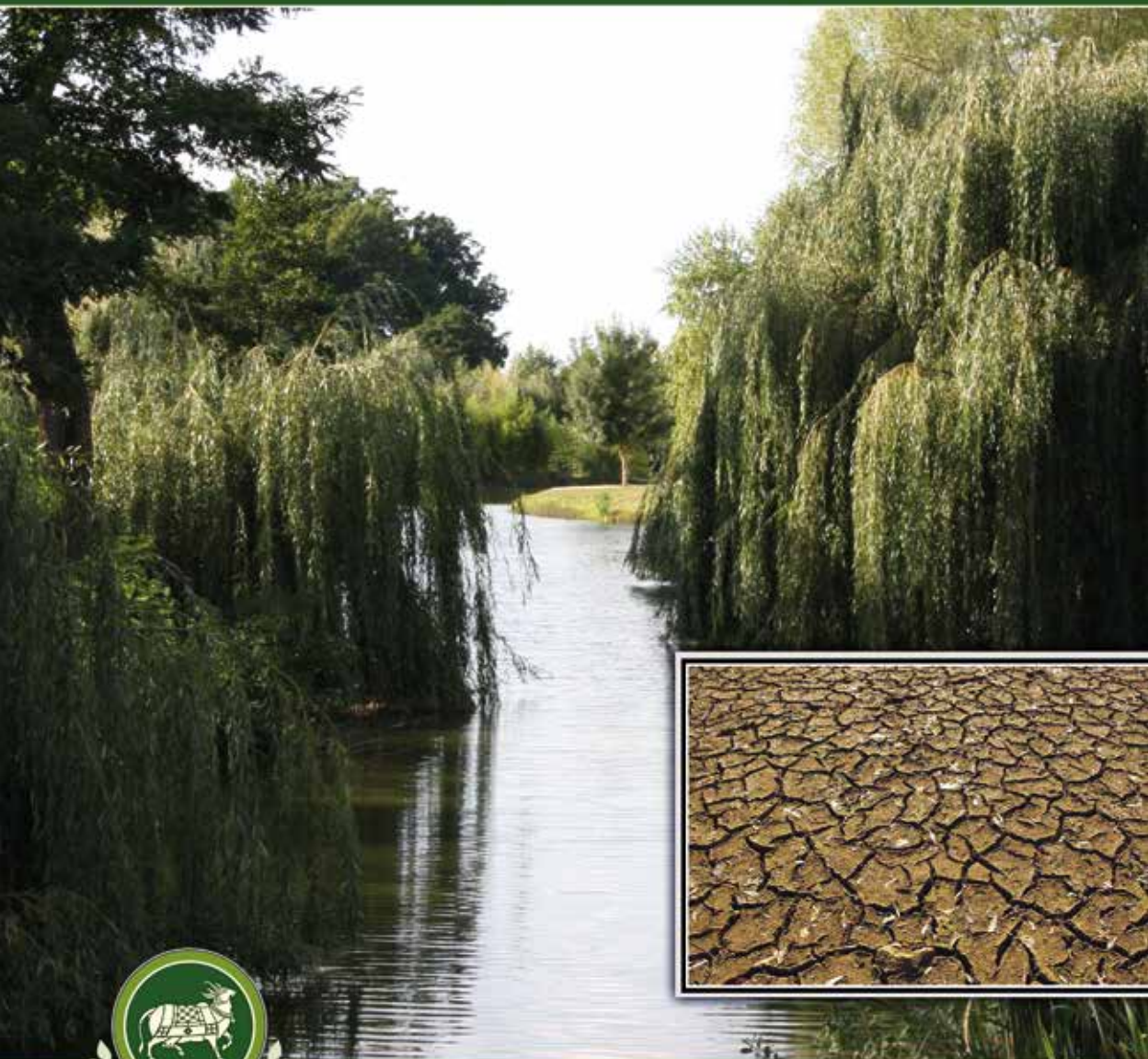


KÖRNYEZETTUDATOSSÁG A MINDENNAPOKBAN

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS GAZDÁLKODÁS

ÖKO-VÖLGY FÜZETEK 3.



ÖKO-VÖLGY ALAPÍTVÁNY, SOMOGYVÁMOS

ÖKO-VÖLGY FÜZETEK 3.

Környezettudatosság a mindennapokban

Éghajlatváltozás és gazdálkodás

ÖKO-VÖLGY FÜZETEK 3.

Környezettudatosság a mindennapokban

Éghajlatváltozás és gazdálkodás



Öko-völgy Alapítvány,
Somogyvámos, 2012

Szerkesztette:

Kun András és Rév Szilvia

Támogató:

Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap:
a vidéki területekbe beruházó Európa.



© Öko-völgy Alapítvány, Somogyvámos, 2012

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás,
a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

ISBN 978-963-89636-2-8

Tartalom

ELŐSZÓ	7
 Fekete Gábor: A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A TERMÉSZETES VEGETÁCIÓ	 9
 Bede-Fazekas Ákos: KLÍMAVÁLTOZÁS A XXI. SZÁZADBAN	 27
 Baji Béla: FENNTARTHATÓ KERTÉSZKEDÉS (PERMAKULTÚRA)	 43
 Barsi Attila: FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁG	 59
 Antal Balázs: KERTÉSZKEDÉS A SOMOGYVÁMOSI KRISNA-VÖLGYBEN	 61

Előszó

Az Öko-völgy Füzetssorozattal áttekintő képet szeretnénk adni a környezeti-, gazdasági- és társadalmi fenntarthatóság témaköreiről, tudományos igényességgel, egyúttal közérthető módon. A tanulmányok szerzői neves elméleti és gyakorlati szakemberek, akik a felvetett problémákra működő megoldási minták bemutatásával igyekeznek válaszolni.

Reméljük, hogy az itt közölt írások segítenek napjaink globális, az egyénekre is kiható problémáinak áttekintésében, illetve a bemutatott pozitív minták ösztönzik az aktív megoldáskeresést is. Az ökofalvak természetesen nem jelentenek kizárólagos megoldást a fenntarthatósági krízisre, de az ott elért eredményeket minden bizonnyal sokan, sokféleképpen alkalmazni tudják.

Az írások terjedelme egy-egy témakör bemutatását az érdeklődés felkeltése szintjén teszi lehetővé. Ezért akit mindez mélyebben érdekel, annak érdemes személyesen ellátogatnia mintaterületünkre, a somogyvámosi Krisna-völgybe, illetve más élőfalvakba is. Ugyancsak szívből ajánljuk az Öko-völgy Alapítvány szakmai programjait, és a „Beszélgetések az önellátásról” című könyvünket!

A harmadik füzet első írásában az éghajlatváltozás lehetséges hatásait vizsgáljuk hazánk természetes növényzetére, majd táj- és kertépítészeti szempontból is elemezzük a lehetséges alkalmazkodási stratégiákat. Az ezt követő írás a biokertészet, a növénytermesztés lehetőségeit, különböző aspektusait járja körül, bemutatva a permakultúrát, valamint a városi biokertészkedés elveit és módszereit. Végül a Krisna-völgyi növénytermesztési rendszerrel, illetve a biokertészetben alkalmazott fogásokkal ismerkedhetünk meg.

A klímaváltozás és a természetes vegetáció

Fekete Gábor¹

A Földön az 1995 és 2006 között eltelt 12 évből 11 év az 1850 óta mért legmelegebb 12 év közé tartozott, 2010 első fele pedig a valaha mért legmelegebb 6 hónap volt. A globális klímaváltozás tényét egyre több hasonló adat támasztja alá. Nem is kell feltétlenül a mérőeszközökhöz folyamodnunk. Elég, ha csak a magashegységek gleccsereinek visszahúzódására, az Északi Sark vidékén a tengeri jég kiterjedésének nyári csökkenésére, az áramlási rendszerek módosulására gondolunk. Az ok, a sugárzási viszonyok megváltozása az alsó légkörben már régen elkezdődött, és főként emberi hatásokra: üvegházhatású gázok felszaporodására vezethető vissza.

A Kárpát-medence éghajlatában eddig megfigyelt változások jól illeszkednek a globális tendenciákhoz. Nálunk is növekedett a nyári rendkívüli hóhullámok gyakorisága. Kedvezőtlenül változott meg a csapadék eloszlása: a legmelegebb nyári és őszi időszakban hulló csapadék mennyisége csökken, míg a téli és a tavaszi nő. Ez aszályokat okoz, és megnő az erdőtüzek, bozóttüzek gyakorisága. A csapadék-mennyiség szélsőséges eloszlásának hatása pedig árvizekben nyilvánul meg.

Mivel a várható további változások egész bioszféránkat fenyegetik, ezért a világ meteorológusai klímamodelleket, globális előrejelzéseket készítettek az 1990 és 2100 közötti időszakra. A forgatókönyvek többek között a gazdasági fejlődés prioritásai tekintetében különböznek (gyors gazdasági fejlődés, ill. környezettudatos technológiai fejlesztés). A modellek szerint a Föld átlaghőmérséklete századunk végéig 1,4-5,8 °C-al növekedne. Meteorológusaink jóvoltából Magyarország területére is rendelkezünk előrejelzésekkel.

A klíma megváltozására – biológiai jelenségek kapcsán – a magyar ökológusok korán felfigyeltek. Zoológusaink tollából már a nyolcvanas évek közepétől számos

[1] A szerző ökológus, vegetációkutató, az MTA rendes tagja. A kézirat lezárva 2010 novemberében.

fontos dolgozat született, hírt adva arról, hogy az ország különböző régióiban egy sor idegen melegkedvelő rovar- és pókfaj telepedett meg (Kozár 1998). A kutatók gyors reagálása persze érthető: a bevándorolt, sokszor invazív rovarok egy része súlyos mezőgazdasági kártevő, ezért megfigyelésükre már korán országos fénycsapda-hálózatot helyeztek üzembe. A rovarok gyors szaporodásúak, rövid generációs idejűek, változatos életmenetűek, nagy faj- és egyedszámot képviselnek, a klímaváltozás direkt és indirekt hatásai létfeltételeiket jelentősen módosíthatják, emiatt igen alkalmas indikátorok. A zoológusokhoz később felzárkóztak a botanikusok is. Nekik talán többféle biológiai viselkedésforma is rendelkezésre áll. Nemcsak idegen fajok megjelenéséről adhatnak számot (legmozgékonyabbak a rövid életű egyévesek), de a sokéves növényzeti állományok reakciója is sokat elárul. Az összegyűlt számos megfigyelés, adat az ökológusok álláspontját eléggé egyértelművé formálta, ezért többségük evidensnek tekinti a klímaváltozás tényét. Szkeptikusok, ha lehetnek is, nem igen adnak hangot a kétkedésnek. A biológiai jelenségek mintegy kiátlagolják a klímaelemek fluktuációjának hatását, az átlag pedig egy irányba mutat.

Megfigyelések különböző kontinenseken és éghajlati zónákban

Fajelterjedés.

Sok fajnál megfigyeltek a sarkok felé, ill. nagyobb magasságok irányába történő mozgást és áreahatár-változást. Az Antarktiszon mindössze két őshonos virágos növény (*Colobanthus quitensis* és egy sédbúzafaj: *Deschampsia antarctica*) ismeretes. Ezeket a 0 °C feletti napok száma limitálja. A *Deschampsia antarctica* egyedszáma egy szigeten 500 egyedről 12 000 egyedre nőtt, mivel nőtt a kicsirázott magvak száma és a csíranövények túlélési aránya. Az európai Alpok 30 hegycsúcsának fajgazdagságát a kilencvenes évek elején vizsgálva megállapították, hogy azok 70%-án nőtt a fajgazdagság, az új betelepülések következtében. Észak-Amerikában sok gyomfaj (így a *Pueraria lobata*, *Lonicera japonica*) észak felé való terjedéséről adnak számot.

Fahatár, erdőhatár, erdőkiterjedés.

Alpin területeken sok esetet ismerünk, amikor az erdőzóna, a felső fahatár felfelé tolódott. De a lokális csapadékmennyiség-növekedés következtében az erdők a prérít is meghódíthatják, így pl. Kansasban, ahol egy 46 éves periódusban (1939-1985) készített légi fényképekkel kimutatták az erdők kiterjedésének mintegy 50%-os növekedését. Alaposabb vizsgálat – történeti dokumentumok felkutatása – egy ennél nagyobb, legalább 1859-től tartó erdőkiterjedést állapított meg; ez az erdőterületnek már csaknem 100%-os növekedését igazolta. Az Egyesült Államok pacifikus északnyugati régiójában (Horse Ridge Research Natural Area, középső Oregon) az erdő-borítás 59%-os növekedését írták le, történeti adatok felhasználásával.

Növekedés, életsiklus.

Sok megfigyelés a fajok növekedési rátájának gyorsulásáról ad hírt. Európában az erdeifenyő, lucfenyő és bükk került a vizsgálatok előterébe. Meglepő, de biztosnak mondott adatok azt mutatják, hogy az utóbbi 50 esztendőben fatömegük általában 50%-kal, magasságuk mintegy 10%-kal nőtt, egész Európában, és a boreális zóna déli részén. A nemzetközi irodalomba egy magyar példa is bevonult, köszönhetően annak, hogy az akác virágzását hazánkban 1851 óta figyelik. Az eltelt 150 év alatt a virágzás kezdete jó pár nappal előbbre tolódott. Ez a változás szignifikáns kapcsolatban van a tavasz átlagos hőmérsékletével (Walkovszky 1998). A Nature hasábjain 2003-ban jelent meg egy tanulmány, amely hatalmas tényanyag, mintegy 1700 növény- vagy állatfaj viselkedése alapján, igazolva látja azokat a jóslatokat, amelyek a klímaváltozás ténye mellett kardoskodó meteorológusoktól származnak. Ezek szerint a vizsgált fajok áreahatárai évtizedenként 6,1 km-es eltolódást mutatnak a pólusok felé.

A legkülönbébb élőlények fenológiája pedig 2,3 nappal előre tolódott. Érdekes a részletekre is kitérni: 677 élőlény (lepkék, madarak, növények, békák) reakcióit figyelték, ezeknek 62%-a mutatott pozitív választ a tavasz korábbra tolódására. Rá kell még mutatni arra, hogy sok gyom és kórokozó rendelkezik – rövid generációs ideje és klímaérzékenysége miatt – azzal a képességgel, hogy akár váratlanul kihasználja a lehetőségeket, amiket a klímaváltozás teremt meg.

Ismeretesebb további jelenségek is. Ilyen az ún. *laurofillizáció*. Az Insubriai Alpokban, Tessin (Ticino) kantonban (Dél-Svájc) mutatták ki, hogy az ottani bükkösökben idegen, keleti eredetű babérlevelű örökzöldek jelennek meg és szaporodnak el. Ezt a jelenséget a mérsékelt övi lombhullató erdők laurofillizációjának nevezték el. A meleg-mérsékelt szubtrópusi fajoknak ezt az invázióját a globális klímaváltozás indikátoraként értelmezik. Gyakoriak a beszámolók különböző *melegkedvelő jövevényfajok* megjelenéséről és elterjedéséről is. Sok növényfaj jön itt számításba, hiszen a távoli vidékekről, nem ritkán más földrészekről származó fajok megtelepedése, sőt sokszor tömeges, agresszív-invazív fellépése világjelenség, ami nem melleleg igen nagy kártételekkel jár. A jövevények megtelepedésének értékelésénél óvatosságra van szükség. Egyrészt nemcsak melegkedvelő fajok ütik fel a fejüket. Másrészt számolni kell azzal is, hogy a földhasználat, illetőleg a bolygatás elősegíti olyan fajok felszaporodását is, amelyet eddig talán a természetes vegetáció kontrollálni tudott.

Ilyen és hasonló tapasztalatok alapján beszélnek a *klímaváltozás globális, koherens ujjlenyomatáról*, hatásáról, amely a természeti rendszerek egész sorában kitapintható. A megfigyelések összecsengenek és egymást erősítik.

Nagy térléptékű változások a tundra és a boreális zóna példáján

Minden klímazónában jelenségek egész sorát írták le, olyanokét, amelyek a klíma megváltozásával magyarázhatók. Alacsonyabb szélességeken – az esetek egy részében legalábbis – a közvetlen emberi hatás, így a földhasználat-változás is jelentős befolyással van, így az okok nehezen szétválaszthatók. Az éghajlatváltozás legtisztábban az alig vagy gyengén benépesült tundra- és boreális övezetben érhető tetten, azért is, mivel pl. a hőmérséklet-emelkedés itt a legerősebb. Így Kanada és Szibéria óriási területein a változásoknak a fő motorja a növekvő hőmérséklet, annak lényeges emelkedése, ami az ökoszisztémák faji összetételét, struktúráját és funkcióját befolyásolja. Észak-Alaszkában azt találták, hogy a permafrost különösen érzékeny a talajfelszíni hőmérséklet-változásra: előzetes számítások azt sugallják, hogy az aktív (felolvadt) réteg mélysége megduplázódik egy 4 °C-os hőmérséklet-növekedés hatására. Ez is oda vezet, hogy metán vagy szén-dioxid szabadul fel és a gyökérszóna mélysége nő. Igaz, hogy az elérhető tápanyagok mennyisége növekszik így az ökoszisztéma produktivitás is nő, ugyanakkor azonban a megolvadt permafrost a felszín degradálódásához vezet, a felszín szabálytalanná válik a keletkező tócsák, tavak, vízerek miatt. Az arktikus tundrában a cserjék veszik át az uralmat a kétszikű lágyszárúak felett. Erről sok jó és biztos megfigyelés tanúskodik. Ötven éves időtartamú vizsgálatok, fényképek tanúsítják például, hogy Alaszka arktikus területein – amelyek addig inkább csak gyepekkel voltak fedve – felszaporodtak az olyan cserjék, mint a törpe nyír, éger és fűz fajok, illetőleg mintegy 150 kilométerrel északabbra tolódott a határuk, nőtt a magasságuk. A tundra mintegy 150 év alatt várhatóan átalakul tajgaerdővé, amelyben a gyakoribb tüzek hatására lombhullatók is megjelenhetnek. Hogy a felmelegedés miatt a zónahatárok drasztikusan északra tolódnak, abban több kutató egyetért. Egy szimulációs modell pedig azt jósolja, hogy Észak-Amerikában a kevert lucos erdők 300–400 év múlva lombhullató erdőkkel alakulhatnak. A lombhullató keményfaerdők jó minőségű avart produkálnak és nagyobb primér szervesanyag-termeléshez járulnak hozzá, mint az eredeti kevert tűlevelű erdő. Mivel a környezeti tényezők oszcillációja nagy, ezért a tundrán várhatóan a lassú növekedésű fajok kerülnek előtérbe, ezek generációs ideje hosszú, reprodukciója ritka. Vészjósló előrejelzés, hogy ezek a boreo-kontinentális ökoszisztémák szénelnyelőből szénkibocsájtókká válnak a XXI. században.

A vegetációs övek eltolódásának predikciója: Európa, Magyarország. A jelenlegi koncentráció háromszorosára emelkedő szén-dioxid-szint esetére a potsdami PIK intézet modellje szerint Angliában örökzöld cserjések tenyésznek majd, az Alpok fenyveseit lomberdők váltják fel, a fátlan puszták pedig elfoglalják az egész Kárpát-medencét, sőt megjelennek Közép-Németországban és Lengyelországban is. De rendelkezünk

Magyarországra vonatkozó predikciós modellekkel is (Mátyás 2006). Egy közepes klímaváltozást – mintegy 1,3 °C hőmérséklet-emelkedést és 66 mm csapadécsökkenést – feltételezve a modell által készült térkép elsősorban azt emeli ki, hogy a Dunántúl eddig kedvezőbb klímájú területei erősen érintettek. Az erdőssztyepp Szombathely–Körmend vonaláig hatolna előre, és beolvasztaná az egész Vértes hegységet. A Dél-Dunántúlon egész Külső-Somogy elsztyeppesedne Kaposvár–Szigetvár vonaláig. Az Északi-középhegységben a várható változások enyhébbek lennének. Az erdőtakaró veszélyeztetettsége ezek szerint területenként nem azonos mértékű.

Lesz-e elegendő idő és mód a fajok vándorlásához?

A klímaváltozás hatását a biomok uralkodó erdőtársulásaira egyesek hasonló folyamatként képzelik el, mint amilyen a jégkor utáni beerdősödés volt. Az északkeleti Egyesült Államokra például úgy modellezik, hogy akárcsak a jégkor utáni beerdősödés során, a fajok délről északra nyomulnak fel. Egyesek feltételezik, hogy lesz elég idő a migrációhoz és a szukcesszióhoz. Az érett fázist képviselő fajok elpusztulnak, mivel a megváltozott klímát már nem tolerálják. Helyükön nyiladék képződik, amit egy déli eredetű, a pionír fázist képviselő új faj tölt be. Később ezt váltja fel egy délebbi, már matúrus fázist képviselő faj. Ehhez évszázadok kellenének. Ha azonban a klímaváltozás felgyorsul, nem lesz idő arra, hogy a normális szukcesszió végbemenjen, és ahhoz sem, hogy a természetes szelekcióval lokálisan adaptált genotípusok jöjjenek létre. Az új klímában még sokáig régi talajok jelentik az új erdők szubsztrátumát. A talajképződés ugyanis lassú folyamat. A hosszú életű, igényes késő-szukcesszionális fajok adaptációjához kevés lesz az idő, és a viszonylag rövid életű, fiziológiailag toleránsabb, opportunista korai szukcesszionális fajoké lesz a jövő. És mindeddig nem is ejtettünk szót azokról a földrajzi gátakról – városokról, ipari létesítményekről, agrár-területekről –, amelyek szinte áthághatatlanok a növényzet természetes vándorlása számára.

Melegkedvelő adventív növények megjelenése Magyarországon

Adventív növények beszüremkedése az ország területére egy állandó folyamat. A jövevények nem mind melegkedvelők ugyan, de utóbbi időben egyre nagyobb a déli eredetű termofil fajok száma. Számos jövevényfaj nagy tömegben, invazív módon lép fel – ezek az özönnövények – nem melleleg igen nagy kártételeket okozva. Ez a kártétel egyrészt gazdasági, másrészt pedig a természetes flóra biodiverzitásának

csökkenésével jár. A megtelepedők ugyanis nemcsak ruderalis élőhelyeken, romtalajokon ütik fel a fejüket. A földhasználat, a bolygatás elősegíti olyan fajok felszaporodását is, amelyeket a természetes vegetáció mindeddig kontrollálni tudott. Fekete és Molnár (2005) áttekintéséből kiderül, hogy a nyolcvanas-kilencvenes években több új adventív növény honosodott meg. Ezek között a legtöbb mediterrán eredetű: az *Ammi majus*, egy buvákfű (*Bupleurum lancifolium*) egy imolafaj (*Centaurea diluta*), a hasindító kutyatej (*Euphorbia lathyris*), egy iglicefaj (*Ononis alopecuroides*), egy hüvelyes kacskaringfaj (*Scorpiurus muricatus*), egy szubmediterrán disznóparéj (*Amaranthus bouchonii*), egy tropikus amerikai maszlagfaj (*Datura innoxia*) és egy indiai maszlag (*Datura metel*). Megjelent nálunk és terjed a világ gazdaságilag egyik legveszedelmesebb gyomnövénye, a trópusi-szubtrópusi mandulapalka (*Cyperus esculentus*), továbbá egy melegkedvelő aggófű (*Senecio inequidens*). Úgy vélik, ezek megjelenése az utóbbi évtizedek enyhe telével magyarázható. Az országban is súlyos invazív fajjá vált a meleg Távol-Keletről származó, eredetileg dísznövényként termesztett, de elvadult japánkeserűfű (*Fallopia japonica*) és különösen a hibrid ártéri japánkeserűfű (*Fallopia × bohemica*), amely éppen napjainkban válik vízfolyásaink mentén mindent kipusztító veszedelmes gyommá. A japán keserűfű európai elterjedésére a várható klíma alapján forgatókönyvek készültek, ezek szerint 5 szélességi fokkal északabbra tolódik elterjedési határa. Már korábban betelepült gyomnövények terjedésének gyorsulására is van példa: a trópusi és szubtrópusi területeken világszerte elterjedt aszályfű (*Eleusine indica*) populációi az elmúlt években rohamos növekedésnek indultak. Újfajta jelenség, hogy néhány ismert melegkedvelő díszfa és cserje is kiszökik a kertekből és terjedőfélben van. Ilyen a tűztövis (*Pyracantha coccinea*), a júdásfa (*Cercis siliquastrum*), törökmogyoró (*Corylus colurna*), a szivarfa (*Catalpa bignonioides*), a papíreperfa (*Broussonetia papyrifera*), a puszpáng (*Buxus sempervirens*) és a babérmeggy (*Laurocerasus officinalis*).

De nemcsak behurcolt fajokról vagy kultúrába fogott növények megjelenéséről van tudomásunk. 1991-ben a Zemplénben egy addig ismeretlen páfrány, az *Anogramma leptophylla* megjelenését regisztrálták. Ez a növényke humid és szubtrópusi területekről ismert. Európában a Földközi tenger és az Atlanti óceán partjai mellett él, legközelebb hozzánk a Balkán déli részén. A zempléni állomány a Föld egyik legészakibb populációja.

Már folyó vagy előre jelezhető klímfüggő változások a hazai vegetációban. Prognóziskészítés

A prognózisok természetüknél fogva hipotéziseken alapulnak. Már maga a klímaváltozás is hipotézis, noha egyre inkább igazolódik. Hipotéziseken alapulnak a leírt válaszreakciók is, hiszen ilyen kísérleteket eddig senki sem végzett. A kutatónak

ilyenkor egyetlen támasza van, egy indirekt következtetési módszer. A klimatológiában földrajzi analógiának nevezik, a vegetációtanban pedig tér-idő megfeleltetésnek. Alkalmazását konkrét példán mutatjuk be. Az évelő nyílt homokpusztagyep egyik legértékesebb és bennszülött fajokban gazdag növénytársulásunk. Szép állományai ismertek a Kisalföldről is, de fő előfordulási területe a Nagyalföld meszes homokja. Tüzetesebben megvizsgálva, a kisalföldi állományok fajgazdagabbak, zártabbak, borításuk, biomassájuk így nagyobb, de számos más tulajdonságukban is eltérőek a Duna–Tisza közietől. Az Alföld belseje felé, a klíma szárazodásával az állományok fellazulnak, szegényednek fajszámban is, strukturálisan is. E gyepek egy ÉNy–DK–D metszet mentén fekvő állományai jelenleg megfigyelhető összetételbeli és strukturális különbségei alapján előrejelzés készíthető a rövidtávon bekövetkező kis regionális klímaváltozásnak a vizsgált sajátosságokra vonatkozó várható hatása-ira. A vizsgált transzszekt mentén, annak két végpontja között jelenlegi klimatikus különbség a térségben 20–30 év alatt bekövetkező klímaváltozásnak (elsősorban szárazodásnak) feleltethető meg.

Hőmérséklet- és szárazságkezelések hatása az ökoszisztéma-funkciókra: kísérletes vizsgálatok.

Megfigyelések sejtetik, hogy a klímaváltozás hatásait nemcsak a vizes élőhelyek, ill. a talajvíztől függő biocönózisok, hanem az úgynevezett szárazságtűrő társulások is meg-sínylik. Hogy a részleteket megismerjük, az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet munkatársai európai együttműködésben – és más hazai intézetekkel karöltve – egy Duna–Tisza közti homokpusztagyep–cserjés állománymozaikba 2001-ben egy kísérleti nagyberendezést telepítettek és ezzel vizsgálták a klímátényezők változásával szembeni reakciókat, ill. a faji összetételben és a működésben bekövetkező változásokat. Olyan mesterséges szárazságkezelést (csapadék-visszatartást és hőkezelést (0,5–1,0 °C növekedés) alkalmaztak, amely megfelelt a területre vonatkozó előrejelzéseknek. A hőkezelések megnyújtották a vegetációs időszakot, serkentették a szervesanyag-növekedést, a csíranövények megjelenését. Negatív hatásai elsősorban a szárazságkezelésnek voltak: korlátozta a víz-, valamint a szén-, nitrogén- és foszforforgalom volumenét, csökkentve az elemfelvételt, az avarbontás sebességét, a talajlégzés és nitrogénmineralizáció intenzitását. Növelte az elhalt fitomassza arányát így a tűzveszély kockázatát is. Nem annyira az átlagos változások, mint a szélsőségesen aszályos évek nyíró hatásai a veszélyesek (Kovács-Láng 2007).

Az alábbi, nagytájak szerinti durva becslések (jórészt Fekete et al. 2006 után) egy olyan megváltozott szituációval számolnak, amikor mérsékelt (0,5–1 °C) átlagos hőmérséklet-emelkedés és 40–70 mm éves csapadékcsökkenés következik be. Igen

fontos hogy megértsük: a klímaváltozás szinte minden esetben nem közvetlenül, hanem áttételesen, más okokon keresztül vagy azokkal karöltve fejt ki hatását. Legjobb példa talán az alföldi homok erdeinek romlása, pusztulása. A közvetlen ok itt a talajvízszint évtizedek óta folyó süllyedése. Az éves csapadékmennyiség csökkenésén túl ehhez a folyamathoz elválaszthatatlanul hozzájárul a gazdálkodó ember akkor, amikor egyre kiterjedtebb fásításokat hajt végre (növelve ezzel az ültetvények párologtatását), vagy fűrt kutak tömegének létesítésével, egyre több vízzel öntözi kertjeit, veteményeit, hogy a kieső csapadékot pótolja.

Nagyalföld

Ürmös és cickórós szikes puszták, szikes rétek. A szikes puszták átfarmálódását leginkább a vízháztartási és tájhasználati változások fogják befolyásolni. A talajvízszint csökkenése miatt a sók kilugzása tovább tart, ami miatt jelenleg is több tízezer hektár ürmös pusztá alakul át sziki fajokban jóval szegényebb, generalista fajok uralta jellegtelen cickórós pusztává (pl. a Hevesi-síkon, a Bihari-síkon és a Hortobágyon). Öröndetes, hogy a természetvédelem hosszas erőfeszítései hatására a szikes pusztákat át meg átszelő – gazdasági hasznót nem hozó, természeti kárt viszont annál többet okozó – belvízelvezető csatornák eltömése megindult. Káros hatásuk azonban még sokáig érezhető lesz.

Vakszikek, szikfokok, szikes tavak, szikes mocsarak. A legerősebben szikes élőhelyeinket – a vakszikeket, szikfokokat, szikes tavakat és szikes mocsarakat – szintén a kiszáradás, a talajvízszint csökkenése miatt bekövetkező kilugzás, valamint az alullegettettség veszélyezteti. A természetvédelem egyre több esetben végez sikeres vízviisszatartást, illetve éleszti fel az extenzív legeltetés hagyományát, ami a folyamatok megfordulását eredményezheti.

Homoki, sziki és löszön kialakult erdőssztyepp tölgyesek. Az Alföld egykor legjellegzetesebb, ma legritkább élőhelyei. Jellemző folyamat a talajvízszint csökkenése, emiatt az erdei specialistákban való szegényedés, homokon és sziken a kiszáradás miatti tölgypusztulás, általánosan az erdőgazdálkodás miatti fragmentálódás, sőt megsemmisülés, a tájidegen és agresszív akác és kései meggy terjedése, valamint a fentiekkel összefüggő csökkenő regenerációs képesség. Fajszegényedés várható a homoki sztyeppréteken is.

Zárt alföldi tölgyesek. Az Alföld zárt tölgyesei szintén az eltűnőben lévő vegetációtípusainkhoz tartoznak. Itt is erősen érvényesül a süllyedő talajvízszint hatása. Előrejelzéseink szerint fajkészletük tovább fog jellegtelenedni, sok állományt fog megsemmisíteni az erdőgazdálkodás, részben mert fafajcserét hajtanak végre, részben mert teljes talajelőkészítést végeznek, végül mert a szomszédos állományokból behatol az akác.

Nyílt homoki gyepek és borókás–nyárasok. Első számú veszélyeztető tényező a gyakoribb aszályos nyarak miatt a tűzre fogékony borókásokban a tüzesetek számának növekedése (amelyet még növelhet az olykor szándékos gyújtogatás).

Láperdők, fűzlápok. Az Alföldnek szinte mindegyik lápállománya kiszáradóban van. Csupán a természetvédelmi célú vízvisszatartások képesek a folyamatot megállítani. Ha ez nem történik meg, úgy további jelentős szegényedésük várható: évről évre fogy a specialista fajok száma, és párhuzamosan folyhat a tűzeg elbomlása.

Láprétek, lápi sásosok. A láperdőkhöz, lápcserjésekhez hasonlóan itt is igen jellemző a késleltetett pusztulás. Az inváziós fajok terjedése a nem kaszált kékperjés lápréteken drasztikus, nehezen visszafordítható folyamat. Az üde lápréteken a kiszáradás és a korábbi extenzív legeltetés elmaradása a nád terjedését és az avar káros felhalmozódását gyorsítja.

Rossz vízellátástól befolyásolt természetes növénytársulásaink

A táblázat második oszlopa a társulás országos kiterjedését (becsült borítását) tartalmazza hektárban. A harmadik oszlopban a rossz vízellátású állományok kiterjedését adjuk meg, a borításérték százalékában. A táblázat a MÉTA (Magyarországi Élőhelyek Térképi Adatbázisa) adatai alapján (Molnár et al. 2008) készült.

szikes hínár	655	36
fűz- és nyárligetek	20927	24
szikes mocsarak	7059	18
vízparti virágkákás, csetkákás mocsarak és nádasok	1377	17
mézpázsitos szikfok	5936	16
lassan folyó vizek tündérrózsa, békaszőlő hínárja	938	10
úszóhínár	5912	9
tavikákás, békabuzogányos mocsár	3754	7
mezotróf nedves rétek	70998	7
veres csenkeszes hegyi rétek	89764	6
nem zsombékoló magassásosok	11365	5
tölgy–kőris–szil ligeterdők	16374	5
kiszáradó kékperjés láprétek	7853	4
franciaperjés rétek	20969	4
árterek magaskórós növényzete	2162	3
padkás szikesek, szikes tavak iszapnövényzete	2511	2
bokorfüzesek	1264	2
sziki tölgyesek	213	2
pusztai tölgyesek	389	2

Kisalföld

Elsősorban a vizes élőhelyek (*vízi, mocsári és lápi* növényzet) vannak veszélyben. Míg azonban a vízi és mocsári növényzet szerencsére viszonylag hamar helyreállítható, a lápi növényzet kiszáradása szinte pótolhatatlan veszteséget jelent. A tőzegfelhalmozódással kapcsolatos lápi szukcesszió lejátszódásához ugyanis esetenként több évszázadra is szükség lehet. Számolni lehet itt is a síklápok tőzegének elbomlásával, és azzal, hogy a ritka lápi növények lelőhelyei sorra megszűnnek. A *kiszáradó láprétek* teljesen átalakulnak, várhatóan *franciaperjés* vagy *ecsetpázsitos kaszálókká*.

A folyókat kísérő *puhafás ligeterdőket* valószínűleg nem fogja érinteni hátrányosan a globális felmelegedés. A pangóvizes területeken levő *fűz- és égerlápok* ezzel szemben károsodhatnak. Talajvízszint-csökkenés esetén állományaik – a biotikus szukcesszió révén – valószínűleg a vízi és mocsári növényzet irányába fognak terjeszkedni, míg a magasabban fekvő *égerlápok* feltehetően *égerligetekké* fognak átalakulni, miközben talajuk vízborítása megszűnik, és a talajba jutott oxigén hatására a tőzeg elbomlik. A felmelegedéssel kapcsolatos szárazodás egyéb erdőtársulásokat is érinthet. A szukcessziósort követve így az *égerligetek tölgy-kőris-szil ligetekké*, utóbbiak pedig *gyertyános-tölgyesekké* alakulhatnak. A megfigyelések alapján a meglevő üde talajú gyertyános-tölgyeseknél is bekövetkezhet egy szárazodási folyamat. Ennek során a fent említett üde erdők növényei fokozatosan át fogják adni helyüket a *száraz tölgyesek* fajainak, hiszen a Kisalföldön ezek már ma is többfelé megtalálhatóak. A szárazodási folyamat azonban e jelenkori száraz tölgyesekre is hatással lesz: ezen állományok lombkoronaszintje megritkulhat, s állományai közé füves tisztások kerülnek, azaz *erdőssztyepp erdővé* (*nyílt száraz tölgyes*) alakulhatnak át.

Nyugat-magyarországi-peremvidék

A terület természetes vegetációját szinte kizárólag erdők alkotják. Ezek várható átalakulásait csak részben határozza meg a klímaváltozás, jelentős tényezőként szerepelnek még mai is formálódó tulajdonviszonyok és az ebből következő kezelések és hasznosítási módok. Az Alpokalja főleg bükkös klímazónába tartozó területén a *bükkösök* mérsékelt területvesztése jósolható. Ez elsősorban a szárazabb termőhelyeket érintheti, ahol a fenyőtelepítések kerülhetnek előtérbe, amelyet a természetvédelem nyomása sem fog tudni teljesen semlegesíteni. A szentély jellegű nedvesebb erdőtársulások (pl. *égerligetek, szivárgóvizes bükkösök*) kedvezőtlen átalakulásait jelen ismereteink szerint a hatósági oltalom képes kivédeni.

A keleti részeken lényegesen kedvezőtlenebb folyamatok várhatóak. Az abszolút

erdőterület valószínűleg nem csökken, sőt növekedik, viszont a természetszerű állományok térfoglalása csökken. A száraz termőhelyeken az eddigi *gyertyános-tölgyesek* és *cseres-tölgyesek* helyére egyre gyakrabban kerülnek *erdeifenyő ültetvények* illetve akácosok. Amennyiben a természetvédelemnek rövid idő alatt nem sikerül nagyobb erdőtömböket védetté nyilvánítani, egyes területeken (pl. Alsó-Kemeneshát, Kelet-Zalai-dombvidék) szinte teljesen eltűnhetnek a *tölgyesek*. Ennek oka elsősorban a felújítások bizonytalansága: az akácosok és főleg a fenyőtelepítések aszályos nyarak esetén is könnyebben újíthatók. A nagytáj folyóvölgyeiben a talajvízszint további csökkenésére lehet számítani. A jelenben is alig található már *puhafás ligeterdő*, sőt a *keményfás ligeterdők* többsége is érezhetően szárazodni fog. Az egykori ártereken részben a szárazodás, részben pedig a rétgazdálkodás teljes megszűnése következtében a természetszerű gyepek (*kaszálórétek* és *magassásosok*) területe drámaian csökken.

A zalai bükkösök pusztulása. A jövő történéseit előrevetítik azok a baljós megfigyelések, amelyeket a zalai bükkösökben végeztek. Az erdészek az itteni állományok nagymértékű pusztulásáról adnak hírt. Az előzmények már vagy 45 évre nyúlnak vissza. A kárfolyamat azóta is összefüggésben van a hőmérséklet emelkedésével, a csapadékmennyiség – különösen a nyári csapadék – csökkenésével, az aszályos évek gyarapodásával. Kéregfoltosodás, feketedés, kéregvesztés, a fatest elszíneződése előzik meg a fák pusztulását. Ennek következtében 2004-ben 80 000 köbméter bükköt kellett kivágni. A pusztulás pontos okát ma sem ismerik, az aszály miatti vitalitásvesztést gombafertőzésnek vélik, és a folyamatban – mint közvetítő ágensnek – rovarfajoknak is szerepe van (Tasnády 2005).

Dél-Dunántúl

A klímaváltozás folyamatát és irányát az elmúlt 50 év megfigyelései alapján a szárazság és a szélsőségek növekedésében látjuk megnyilvánulni. A vizes élőhelyek száma az elmúlt évtizedekben jelentős mértékben megcsappant, a ritka és védett vízi, lápi és mocsári növények lelőhelyeinek száma is lecsökkent. A folyamat jellegzetes tulajdonsága, hogy 3–4 száraz vagy aszályos év után következik egy kompenzációs év, amelyet a sok csapadék és alacsony hőmérséklet jellemez. Ezekben az években a csapadék gyakran özvíz-szerű, sokkal inkább a kiszáradt talajok erózióját idézi elő, mint a talajvíz bázis feltöltését. Ez a folyamat a lápos területek elgyomosodásához, a talajok tápanyagtartalmának gyors lebomlásához vezet, amely folyamat főleg megfelelő hazai erdőalkotó fafajokkal való gyors erdősítésekkel volna lefékezhető.

A hegyvidéki termőhelyeken várható átalakulásokat a Mecsekben és Villányi-hegységben a 90-es évektől vizsgálták a Pécsi Egyetem Növényteni Tanszékének munkatársai. A legszembetűnőbb változásokat a déli lejtők *tölgyes* erdeiben és a *sziklagyepeken* észlelték. A *melegkedvelő molyhos tölgyes* erdőkben világosan kimutatható volt a kúszó növények, a jerikói lonc, a pirítógyökér és a borostyán elszaporodása, továbbá bizonyos mediterrán, illetve balkáni eredetű kerti növényeknek – mint az orgona, az aranyeső és az egyéves holdruta – a kertekből való kiszabadulása és a természetes növényzetben való megjelenése, ami különösen jól megfigyelhető a Pécs fölött emelkedő Misina–Tubes vonulat déli lejtőin.

A *sziklagyepeken* történő változásokat Villány fölött, a Szársomlyó déli lejtőin vizsgálták, és azt tapasztalták, hogy a gyepek szerkezete megváltozik. Az évelő fűvek a száraz években visszaszorulnak és helyüket a csapadékos években egyéves növények foglalják el, ami egyfajta sivatagosodási folyamatnak felel meg.

A középhegységek

A középhegységekben általános a völgyek patakjainak kiszáradása, a talajvizek elszennyeződése. A *patakparti és mocsári növényzet* a szárazság miatt pusztul, a tápanyagtöbblet miatt gyomosodik – leginkább invazív fajokkal. A magas fűvű és a *magassásos* állományok rendkívül érzékenyek a mélyen való kaszálásra. A több évtizeden keresztül alacsony fűtarlóval végzett kaszálás tovább növeli a kiszáradást, a talaj tömörödését és humusztartalmának csökkenését, a gyomosodást és a szegényedést.

A szárazodást és melegedést leginkább megsínylő rendszerek a talajvíz hatásától független *félszáraz és száraz szálerdők*. A tölgyek, elsősorban a kocsánytalan tölgy pusztulása az 1970-es évek végén hirtelen fellépő riasztó folyamat volt. A szárazság miatt legyengülő fákat jellemzően kártevők és kórokozók lepik el, ágait, törzsüket behálózzák a gombafonalak, amelyek a fa lassú halálát okozzák.

Magyarország területének jelentős része az erdőssztyepp zónára esik. Az *erdőssztyepp*, annak *erdeje* mint vegetációs rendszer fontos jellemzője az átmeneti és dinamikus jellege. Ha ezt elfogadjuk, akkor a középhegységek lábánál, a hegyközi medencékben ma, az évtizedes aszályos periódus után egyre inkább nyílt erdők esetében korai azok pusztulásáról beszélni, hanem inkább a felritkulásukról. A koronaszint periodikusan bekövetkező felnyílása, a klimatikus változások hatására, korábban is része volt a hegylábi és alföldi erdőssztyepp erdők természetes dinamikájának. A koronaszint felnyílását a cserjék és a lágyszárú sztyepp- és erdőssztyeppfajok felszaporodása kíséri. Az eredmény: a hegységek szegélyén a felnyíló alföldi erdők hegyoldali párja jön létre és valószínűleg itt is egy fa- és cserjecsoporthoz, valamint gyepfoltok által alkotott mozaik jelenik majd meg. Fontos szempont, hogy az itteni

fajgazdagság csak akkor őrződhet meg, ha mind a fátlan, mind a fás vegetációtípusok, mind azok átmenetei (határzónái) egy időben vannak jelen.

Ezzel kapcsolatban a legfőbb probléma a hazai erdőkezelési gyakorlattal összefüggésben merül fel. A szabályok szerint ugyanis 70%-os záródás alatt a felújítást meg kell kezdeni. Ez az állomány további ritkítását jelenti, ha az újulat nem jelenik meg, akkor néhány évvel ezután az erdő teljes levágásra kerül, és helyére csemetéket ültetnek. A szárazság és melegedés következtében azonban a felújítás eredményessége kétes, a sarjak, csemeték kis százalékban maradnak életben, a növekedésük lassú.

Az üde termőhelyű középhegységi erdőinkben szintén várható a koronaszint felnyílása, itt azonban, amennyiben az erdészeti tevékenység nem avatkozik be túlzott mértékben, nem várható a rendszerek nagymértékű változása. A hegylábi *száraz gyepek*, *kaszálók* és *legelők* jelenleg a középhegység szinte minden pontján cserjésednek–erdősülnek. A korábbi időszakokban ezeket legelőnek, kaszálónak használták és ennek megfelelően kezelték is (cserjeirtás, égetés). Felhagyásuk után megindult a regenerációjuk, amelynek során a gyepek magasodnak, záródnak és avarosodnak, a gyepek lélei záródnak és mindezek következtében az alárendelt és ritka fajok lassan kiszorulnak az állományból. Megfigyelések szerint a szárazodás következtében ez a folyamat gyorsul, a szárazságtűrőbb fűfaj-sások még inkább előrenyomulnak, a kétszikű fajok erősen visszaszorulnak.

Jégtörések, széldöntések. 1996. január 9.-én erős lehűlést követően melegfront érkezett hazánk területére. A Börzsöny hegységben a relatíve meleg eső jég formájában vastag kéregként kifagyott a fák ágaira, helyenként, a mikroklimazugokban vastagsága a 6 cm-t is elérte. A nagy terhet sok fa – leginkább bükkfa – nem tudta megtartani: törzse, koronája eltört vagy gyökerestől kifordult. Egy-egy zuhanó fa magával sodorta a mellette álló fákat is, melyek további fák kidőlését eredményezték. Ez az ún. dominóeffektus vezetett nagy területek teljes letarolásához. Három és fél évvel később, az 1999. június végi nagy esőzéseket 22.-én erős szélvihar követte. Az átnedvesedett talajon a fák megcsúsztak és az ismét bekövetkező dominóeffektus hatására nagy területeken kidőltek. A széldöntések gyakran a jégtörés által már érintett erdőkben illetve azon erdőrészekben léptek fel, amelyeket az előző egy–két évben gyérítettek. Az adatok alapján predikciós modellt, illetve predikciós térképet készítettek (Aszalós 2001) a veszélyeztetett területekre. A jégtörés kialakulásában feltételezhetően szerepe van az erdészeti kezelésnek is: a rendszeres nevelővágásokkal kialakított sudár, elágazásmentes törzsű homogén állományok törékenyebbek, dőlékenyebbek és bennük a dominóhatás is könnyebben kialakul, mint a természetesebb, heterogén faállomány-szerkezetű erdőkben. A széldöntést illetően azok a területek dőlnek legnagyobb valószínűséggel, amelyekben a kitermelt famennyiség nagy, egyfajta küszöbérték felett volt.

A légkör emelt szén-dioxid-szintjének hatása

A klímaváltozás nemcsak a hőmérséklet- és csapadékviszonyok megváltozásán keresztül hat a növényvilágra. Figyelembe kell venni a szén-dioxid-szint változásának direkt hatását is. Az éghajlattal összefüggő globális léptékű változások közül a légköri CO₂ koncentráció emelkedése cáfolhatatlan tény. Az elmúlt kilencven év alatt a légkör CO₂-szintje 280 ppm-ről 362 ppm-re nőtt. Várhatóan ez a növekedés tovább folytatódik, és évenként mintegy 1,5 ppm-nyi növekedésre lehet számítani. Ennek következtében a század végére legalább a jelenleginek a duplájára vagy azt megközelítő értékűre (600–700 $\mu\text{mol/mol}$) nő. Ha egy század múlva a CO₂-szint további növekedése meg is szűnne, az addig duplájára emelkedő CO₂-koncentráció hatásával még hosszú ideig számolni kellene.

A légköri CO₂-koncentrációnövekedés azért lényeges ökológiai tényező, mert a jelenlegi szint (kb. 360 $\mu\text{mol/mol}$) a fotoszintézis folyamatát limitáló mennyiségű a földi növények és növénytársulások számára. A földtörténeti korok során a légköri CO₂-koncentráció sokszor változott a jelenleg zajlónál és a kb. 80–100 év múlva várhatónál többszörösen nagyobb mértékben is. A lényeges különbség a múltbeli és a mostani légköri CO₂-koncentrációváltozás időléptéke között van. Ugyanis a múltbeli változások a jelenleginél nagyságrendekkel hosszabb időtartam alatt történtek és a növényeknek volt elegendő idejük az új, megváltozott légköri CO₂-szinthez való alkalmazkodásra.

Számos esettanulmány jól bizonyítja, hogy az emelt CO₂-koncentráció növényzetre kifejtett hatása csak tartós, hosszú időtartamú szabadföldi kísérletsorozatból ismerhető meg, melyekben a hatás a térség adott klimatikus sajátosságaival együtt jelenik meg. A jelenlegi limitáló mennyiségű CO₂-szint kétszeresre növelése kezdetben és rövidebb távon előnyös, például fokozza a növekedést és a produktíót. Hosszabb távon azonban igen árnyalt és legtöbbször nem előnyös válaszokat tapasztalhatunk a vizsgált növényközösségekben. A szárazanyag-termelés mennyisége akár csökkenhet is, emelkedés pedig csak többlet nitrogénbevitel mellett tapasztalható, amely a természetes vegetációban nem jellemző.

Löszpusztagyepben és homokpusztagyepben megváltozik a vegetáció faji szerkezete. Ez főként az egyszikűek, a pillangósok, és egyéb kétszikűek eltérő ökofiziológiai akklimatizációjával és a megemelkedett C/N-arány melletti nitrogénlimitációval hozható összefüggésbe. A hátrányos válaszó fajok egyedeiben a legtöbb esetben a szénhidráttartalom növekedése mellett csökken a fehérjenitrogén-tartalom és gyengül a reprodukció allokáció is, így pl. az őszi búza és a tavaszi árpa szemtermése csökken (Tuba 2003).

Az erdőgazdálkodás új szemlélete

Az erdőgazdálkodó mindennapi tapasztalata igazolja a klíma megváltozását. Az aszályos időjárás miatt csökken a talajvízszint, eltűnnek a felszíni kisvizek. Nyáron megszaporodnak az erdőtüzek. A száraz időszakban lelassul a talajélet, ezáltal a gyökerek számára felvehető nitrogén mennyisége, ez egyes fajok pusztulásához vezethet. Az aszályos évek és az enyhe telek miatt elszaporodnak egyes erdei kártevők. A szélsőségesebbé váló időjárás kísérőjelensége az erős szél, az enyhe telek miatt gyakoribb vizes hó, ónos eső miatt gyakori töréskárok. A legjelentősebb veszély talán mégis az aszálykár. Ez különösen megnyilvánul tarvágásos területeken, ahol a talaj könnyen felmelegszik, rendszeresen kiszárad, és ezt még tetőzi a tavaszi és nyári csapadékcsökkenés, az ezt követő talajvízcsökkenés és egyéb károsítások. Mint arra rámutatnak, a kedvező mikroklíma fenntartása alapvető fontosságú. Egy évek óta erősödő mozgalom az, ami az alkalmas és a jövőben járható egyetlen utat kínálja az erdőművelésben.

A PRO SILVA HUNGARIA mozgalom a folyamatos erdőborítást tűzi ki célul, ahol csak egy kis területen, csak néhány fa kitermelésével nyúlunk bele az állományba, így régi értelemben vett vágásterület nem képződik. Az egyes kitermelt fák helyén maradó kis lécek a felújuláshoz kedvező mikroklímát hoznak létre. A PRO SILVA elveire alapozott erdőgazdálkodás helyességét egyre több erdész ismeri fel.

A PRO SILVA a természetes folyamatokra alapozott erdőgazdálkodást szorgalmazó erdészek 1989-ben Szlovéniában alapított európai szövetsége. A PRO SILVA hangoztatja 1.) a felelősségteljes erdőgazdálkodás és erdőhasználat alapelveit, 2.) a biodiverzitás fenntartását, 3.) az idegenhonos fajok megfelelő alkalmazását, 4.) az erdők ökológiai szerepét a tájban.

A tartamosság hangsúlyozása mellett a PRO SILVA a természetes folyamatokra épülő erdőgazdálkodást támogatja. Ily módon az ökológiai és ökonómiai kockázatok csökkennek. A PRO SILVA azokat az erdőgazdálkodási stratégiákat támogatja, amelyek oly módon optimalizálják az erdei ökoszisztémák fenntartását, védelmét és használatát, hogy az erdők tartamosan tölthessék be ökológiai, szociális és gazdasági szerepüket.

A gazdálkodás lehetőségeit a biodiverzitás védelmében az alábbiakban határozza meg: 1.) őshonos fajok használata, 2.) az erdőszerkezet változatosságának növelése, térben és időben megfelelően elrendezett élőhelyi sokféleség létrehozásával, 3.) a lábon elhalt fák és kidőlt törzsek, az odvas fák stb. meghagyása, 4.) a speciális élőhelyek védelme, 5. a természetellenesen túlnépesedett nagyvadállomány sűrűségének szabályozása (Besze et al. 1999).

Hogy a természetes biodiverzitás fennmaradjon

Már a mainál változatlanabb társadalmi közegben felismertük, hogy élő természeti kincseink nem őrizhetők meg tartósan a társadalom egészének közreműködése nélkül. Biológiai értékeinkkel nemcsak a természetvédelem szakembereinek van dolga, találkozik velük a legtöbb szakág: a mezőgazdaság, a vízrendezés, tájrendezés, a bányászat, az építészet, stb. Ezek működésének szabályozó mechanizmusaiba beépítendőek azok a tennivalók, tiltások, javaslatok, amelyek segítik a biodiverzitás fenntartását. Konzervációbiológusaink, a természetvédelem szakemberei ilyen szellemben készítették el az ország biodiverzitás-stratégiáját remélve és várva, hogy elveit az egyes szektorok tevékenységükbe integrálják. E stratégiában – ha nem is kellő hangsúllyal – már szerepeltek a klímaváltozással jelentkező tennivalók is. Néhány legsürgősebb feladatot alább felsorolunk:

A.) A vizes élőhelyek vízmegtartó képességének helyreállítása, a vízpótlás lehetőségének kidolgozása, a tájszintű sokféleség elveinek kidolgozása és gyakorlati megvalósítása, a Nemzeti Ökológiai Hálózat továbbfejlesztése. B.) A csapadékvíz és talajvíz megtartását előtérbe helyező vízkészlet-gazdálkodás fejlesztése, a jelenlegi vízlevezetési gyakorlat megreformálása, a vizes élőhelyek arányának növelése. C.) A természetszerű erdőgazdálkodás népszerűsítése, kiterjesztése, a talajvízsüllyedés miatt pusztulásnak indult alföldi erdők felújításának kidolgozása, a felújítást akadályozó nagyvadállomány szabályozása, az érzékeny élőhelyek körül védőzónák biztosítása, a természetszerű erdőkre és az erdészeti ültetvényekre vonatkozó szabályozások elkülönítése. D.) A hagyományos tájgazdálkodás felélesztése, alkalmazkodó, anyag- és energiatakarékos környezetkímélő mezőgazdaság kialakítása, amelynek elemei: a.) a felszíni vizek szennyezőanyag-terhelésének minimalizálása, b.) extenzív termelési módok terjesztése (gyepgazdálkodó rendszerek, szántóföldi rendszerek, hagyományos ültetvények, nádgazdálkodói rendszerek, halgazdálkodói rendszerek stb. E.) A táj heterogenitásának növelése. F.) A főutakon és autópályákon ökológiai átjárók létesítése.

Mindezekről és további teendőkről hasznos olvasnivalók: Harnos et al. 2008, Czúcz 2009.

IRODALOM

- Aszalós R. (2001): Jégtörések és széldöntések a Börzsöny erdeiben. In: Gondolatok az erdő-védelemről az ezredfordulón. Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai 15: 103-116.
- Besze P. – Farkas J. – Márta V. (szerk.) PRO SILVA.
- Czúcz B. (2009): Élővilág, éghajlatváltozás. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, 1-28.
- Fekete G. – Borhidi A. – Molnár Zs. – Kun A. – Kevey B. – Király G. (2006): A hazai természetes növényzet várható változásai az elkövetkező 50 évben, tekintettel a klíma- és tájhasználat-változás okozta átalakulásokra. In: Fekete G. – Varga Z. (szerk.): Magyarország tájainak növényzete és állatvilága, 409-419. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- Fekete G. – Molnár E. (2005): Természetes életközösségek, növénypopulációk válasza a klímaváltozásra. Botanikai Közlemények 92: 173-187.
- Harnos Zs. – Gaál M. – Hufnagel L. (2008): Klímaváltozásról mindenkinek. Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar, Matematikai és Informatikai Tanszék, Budapest.
- Kovács-Láng E. (2007): Hőmérséklet- és szárazságkezelés biodiverzitásra és az ökoszisztéma funkciójára gyakorolt hatásának kísérletes vizsgálata. Zárójelentés az NKFP-3B/0008/2002 sz. pályázatról (A globális környezeti változások várható hatásainak elemzése és a fenntartható használat tudományos alapjainak kidolgozása a magyarországi erdőssztyepp ökoszisztémákban), 6-9. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót.
- Kozár F. (1998): Éghajlatváltozás és rovarvilág. Magyar Tudomány 43: 1069-1076.
- Mátyás Cs. (2006): Az előrejelzett klímaváltozás és a magyar erdőtakaró sorsa. In: Fekete G. – Varga Z. (szerk.) Magyarország tájainak növényzete és állatvilága, 420-424. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- Molnár Zs. – Bölöni J. – Horváth F. (2008) Threatening factors encountered: Actual endangerment of the Hungarian (semi)-natural habitats. Acta Botanica Hungarica 50 (Suppl.): 199-217.
- Tasnády P. (2005): Klímaváltozás és erdőgazdálkodás. „Agro-21” Füzetek 46: 56-66.
- Tuba Z. (2003): Az emelkedő légköri CO₂-koncentráció növényökológiai hatásai. „Agro-21” Füzetek 32: 110-127.
- Walkovszky A. (1998) Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia*) In Hungary. International Journal of Biometeorology 41: 155-160.

Klíímaváltozás a XXI. században

AZ ALKALMAZKODÁS TÁJÉPÍTÉSZETI ESZKÖZEI

Bede-Fazekas Ákos²

Bevezetés

Napjainkban szakmai körökben már általánosan elfogadott, hogy a globális éghajlat-változás hátterében – bár nem kizárólag, de nagyrészt – antropogén hatások állnak (1. ábra). Ilyen például a légköri sugárzásátvitelben szerepet játszó összetevők gyors változtatása³. Az okokkal ellentétben a következmények körül még nagy a bizonytalanság, az elkövetkező száz évben várható változások mértékére több forgatókönyv (szcenárió) is létezik. A különböző emisszió (kibocsátási) forgatókönyvekhez a légköri válaszok függvényében külön-külön éghajlati forgatókönyvek kapcsolhatók. Az évtizedekre előretekintő becslések általában a változás irányában egyetértenek, de a klímáparaméterek várható megváltozásának mértékében, az évszakos és területi eloszlásban jelentős különbségeket fedezhetünk fel. Ebben a fejezetben áttekintjük a klímaváltozás folyamatát, modellezési lehetőségeit, ismertetjük a globális és regionális (hazai) becslések eredményeit, és bemutatjuk, hogy a tájépítészet milyen eszközöket kínál a megváltozott éghajlati viszonyokhoz való alkalmazkodásra.

Klíímaváltozás okai, folyamata

A globális éghajlatváltozás folyamatának létét korábban sokan tagadták, vagy, ha el is ismerték, nem az emberiséget tették érte felelőssé. A jelenséget Milankovics–Bacsák

[2] A szerző okleveles tájépítészmérnök, PhD-hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem. A fejezetet lektorálta Bartholy Judit, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem. A kézirat lezárva 2010 decemberében.

[3] Szabó L. (szerk.) 2005.

elméletével (mely szerint egy hosszúnak ígérkező interglaciális periódus elején vagyunk), vagy a Nap sugárzásintenzitásának, illetve a Nap–Föld közötti világűr sugárzásátvitelének módosulásával magyarázták. Mások a vulkánkitörések gyakoriságát, a szárazföldek helyzetének vagy a tengelyferdeségnek megváltozását, a sztratoszférikus ózonkoncentráció csökkenését, vagy a földhasználati váltásokat sejtették a globális melegedés hátterében. Valójában, ezen hatások befolyása eltörpül az üvegházgázok és légköri aeroszolok hatásához képest.⁴

Az üvegházhatás lényege, hogy a Napból érkező rövid hullámhosszú, de nagy energiájú sugárzás jelentős részét áteresztí a légkör (így annak közel fele eléri a felszínt és elnyelődik), azonban a földfelszín által kibocsátott hosszabb hullámhosszú infravörös tartományba eső sugárzás nagyobb hányada elnyelődik, szóródik a légkörben, s így nem jut ki közvetlenül a világűrbe. Az üvegházhatás nem káros jelenség, hiszen 33 fokkal növeli, s ezzel élhető tartományba emeli a földfelszín átlagos hőmérsékletét. Az üvegházhatást a légkörben lévő ún. üvegházhatású gázok szelektív abszorpciós képessége teszi lehetővé (nevezetesen, hogy rövid hullámhosszon áteresztőként, hosszú hullámhosszon elnyelőként viselkednek). A legfontosabb természetes üvegházhatású gázok a vízgőz, a szén-dioxid, az ózon, a dinitrogén-oxid és a metán. A természetes üvegházhatás mellett az egyre intenzívebb antropogén eredetű üvegházgáz (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid és halogénezett szénhidrogén) kibocsátás jelentkezik. Ezen gázok légköri koncentrációjának gyors emelkedése (2. ábra) az üvegházhatás nem kívánt mértékű fokozódásához vezet.

A klímaváltozást befolyásolják különböző stabilizáló (negatív visszacsatolás) és labilizáló (pozitív visszacsatolás) folyamatok. Utóbbira egy jó példa, hogy a jégtakaró olvadása és visszahúzódása következtében csökken az átlagos albedó, s így a növekvő sugárzáselnyelés hatására tovább emelkedik a hőmérséklet, mely a további olvadásnak kedvez.

Globális klímamodellek⁵

A következőkben időrendben tekintjük át az időjárási és klímamodellek párhuzamos fejlődését egészen napjainkig. Földünk éghajlati rendszere végtelenül összetett, ezért minden előrejelzés (főként, ha az több száz évre tekint a jövőbe) csak közelítheti a valóságot. A modellezés nagyon számításigényes, nem csoda hát, hogy a XX. század első felében tett kezdeti kísérletek (V. Bjerkness, L. F. Richardson) kudarcba fulladtak. Ekkor még számítógép nem segített a meteorológusoknak, így az éghajlati folyamatokat leíró fizikai törvényszerűségeket minél egyszerűbb egyenletekben

[4] Péczely Gy. 1979, Szabó L. 2005, Mika J. 1997.

[5] Weart, S. et al. 2009, IPCC 2007.

próbálták megragadni. Az 1940-es években Neumann János éppen a meteorológiai előrejelzések fejlesztése céljából alkotta meg az első számítógépet (ENIAC), melyet J. Charney kezdett el alkalmazni az időjárás előrejelzéséhez. Az elkövetkező évtized gépei még igen lassúak voltak, gyakran meghibásodtak, ezért továbbra is cél volt az egyszerűsített fizikai modellek matematikai összefüggésekkel való közelítése.

1954-től beszélhetünk valódi modellezés alapú időjárás-előrejelzésről, ám ez még messze volt a mai modellektől, megbízhatósága is csak egy évtizeddel később érte el azt a szintet, amit egy tapasztalt meteorológus megérzései jelentettek. Az éghajlati rendszer modellezése csak az utóbbi évtizedekben indult meg, ez matematikailag is eltérő módszer alkalmazását kívánja meg.

1955-ben N. Phillips sikeresen modellezett valósághű futóáramlást (jet stream). Kísérlete, mely az első Általános Cirkulációs Modellnek (GCM, General Circulation Model) tekinthető, rámutatott a légköri mozgásrendszerek energiaszállító képességére. 1958-ban J. Smagorinsky és S. Manabe kifejlesztették az első, több vertikális réteget tartalmazó modellt, mely már magában foglalja az általános légkörzés elemeit úgy, mint az egyenlítői konvekciós folyamatokat jól leíró Hadley-cellát. 1964-re Y. Mintz és A. Arakawa modellje – mely az atmoszférát csupán két réteggént kezelte, viszont földrajzi, domborzati szempontból igen pontos volt – már kimutatta az általános földi légkörzést is. Ugyanebben az évben készült egy légköri sugárzásátvitelt figyelembe vevő modell is (W. Washington, A. Kasahara). Az évtized előrelépése, hogy a modelleket immár nem a légköri folyamatok megismerésére alkalmazták csak, hanem különböző paraméterek bevonásával az éghajlati rendszer válaszát, „érzékenységet” is figyelembe vették. 1967-ben Manabe és R. Wetherald 2 °C-os hőmérséklet-emelkedést jelzett előre kétszeres CO₂-szintet feltételezve.

A '70-es évekre – mind gyorsabb számítógépek, mind pontosabb adatok és egyenletek segítségével – már háromnapos előrejelzéseket tudtak adni. Megoldatlan probléma volt még a felhőképződési, csapadékképződési folyamatok figyelembevétele a modellekben (a különböző típusú felhők az időjárást eltérő módon befolyásolják), a tengeráramlatok, a légköri por, a kémiai anyagok, valamint a szél kapcsolatának modellezése. Új módszert vezettek be a hosszúsági körök sarkok közelében történő, eddig nem kezelt sűrűsödésére: a felszínt rácsháló helyett körszeletekre osztották, majd a kapott eredményeket visszaalakították rácshálónak megfelelő formába. Az 1972-es Mintz–Arakawa-modell már az évszakos változásokat is képes volt megjeleníteni. 1975-re Manabe–Wetherald továbbfejlesztett modellje, mely a hótakarót és a páratartalmat is figyelembe vette, rámutatott a csapadékkörforgás intenzitásának megváltozására és a sarki területek erőteljesebb felmelegedésére.

A '70-es évek végére az energiaválság és a természeti katasztrófák a politika figyelmét is a klímaváltozásra terelték. 1979-ben már eltérő matematikai módszereket alkalmazó modellek eredményeit kezdték összehasonlítani a tudósok, továbbá nagy előrelépéseket tettek olyan egyesített (óceánok tömegét, áramlásait és az atmoszférával való kapcsolatát is figyelembe vevő) modellekkel, melyek földrajzilag jól

közelítették Földünket és az évszakokat is figyelembe vették (Manabe és K. Bryan). 1985-ben végzett kutatásaik alapján felhívták a figyelmet arra, hogy amennyiben a légköri CO₂-szint eléri a jelenlegi négyszeresét, úgy az észak-atlanti tengeráramlás akár le is állhat. 1988-ra J. Hansen igen valószínű, és a megelőző fél évszázad trendjeit is kimutatni képes modellje hosszan elhúzódó melegedést jósolt.

Az elmúlt évtizedekben újabb tendenciák jelentek meg a modellezésben: egyrészt az USA egyeduralkodó megszűnt (két jelentős európai vetélytárs az angliai Hadley Központ és a németországi Max Planck Intézet), másrészt nyílt forráskóddal dolgozó közösségi rendszerek alakultak, melynek eredménye például az amerikai NCAR-csoport CCSM3 nevű modellje. 1995-re sikerült a légköri aeroszokok éghajlat-módosító hatását jobban megérteni a Pinatubo-vulkán 1991-es kitörésének elemzése segítségével, a '90-es évek végére pedig már az El Niño-jelenséget is ki tudták mutatni a modellek.

Napjaink problémáit, ha nagyon leegyszerűsítjük, egyrészt a regionális adottságok kezelése jelenti, másrészt bizonyos pliocén és krétakori klímaváltozásokat nem képesek még kimutatni a modellek. Ennek ellenére a következő évszázadra nagy megbízhatóságu, sokszorosan alátámasztott becsléseket adnak.

Globális előrejelzés a XXI. századra⁶

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC, Intergovernmental Panel of Climate Change) 2007-ben adta ki negyedik jelentését, az ötödik 2014 körül várható. A különböző klímascenáriókat (éghajlati forgatókönyveket) vizsgáló jelentésből megismerhetjük az elkövetkező évszázad várható trendjeit:

- 1.) A század utolsó évtizedére a felszíni átlaghőmérséklet 1,8-4,0 °C-kal fog megemelkedni (3. ábra – 2065-re vonatkozó modell).
- 2.) A tengeri jégtakaró a Déli- és Északi-sark közelében is visszahúzódik, utóbbi a század végére nyaranként el is tűnhet.
- 3.) A tengerszint 1,1-6,4 m-rel emelkedik.
- 4.) Az Atlanti-óceán áramlása kb. 25%-kal lassul.
- 5.) A magas szélességi körök mentén az átlagos csapadékmennyiség nő, az alacsonyabb körök mentén csökken.
- 6.) A heves esőzések, a hóhullámok, a meleg hőmérsékleti szélsőségek gyakorisága megnő.
- 7.) A trópusi ciklonok intenzitása megnő (gyakoriságuk változása nem szignifikáns).

Regionális klímamodellek – előrejelzések a Kárpát-medencére és környékére

A különböző emissziós forgatókönyvek (scenáriók) különböző feltételezésekkel élnek a jövőt illetően, így a SRES A2 és B2 jelű klímascenáriói – melyekkel

[6] IPCC. 2007.

regionális szinten is foglalkoztak hazai kutatók az ELTE Meteorológiai Tanszékén és az Országos Meteorológiai Szolgálatnál – eltérő gazdasági és technológiai fejlődéssel, területhasználattal és üvegházgáz-kibocsátással számolnak. A 2071–2100-es időszakra készült modell-szimulációk a hőmérséklet-emelkedés mértékét nagyobb megbízhatósággal tudták megadni (maximum 1,5 °C-os felülbecsléssel), mint a csapadékmennyiség változását. A melegeedés várhatóan nyáron lesz a legjelentősebb (3,7–5,1 °C) – és a legnagyobb szórás is itt tapasztalható –, míg a legkisebb tavasszal (2,4–3,2 °C). Általában a hőmérséklet-emelkedés 2,5 és 5,0 °C között lesz. Az országban nyáron dél felé, télen és tavasszal pedig kelet felé haladva nő várhatóan a melegeedés mértéke.⁷

A különböző éghajlati paraméterek átlagainak figyelemmel kísérése nem ad elegendő információt, sokkal közelebb kerülünk a jövő klímaviszonyainak megismeréséhez, ha az extrém indexeket is figyelembe vesszük. Ezek az extrém indexek – mint amilyen például a túl meleg éjszék száma, hideg napok száma, vagy a nagy csapadéku napok száma és a 0,1 mm-nél nagyobb csapadéku napok száma – fejezik ki igazán a szélsőségek, az átlagtól való eltérések alakulását. A hőmérséklet extrém indexeinek tekintetében elmondható, hogy a meleget jelző szélsőségek gyakorisága nőni fog, a hideggel összefüggőek pedig ritkábbá válnak, így a hőségnapok ($T_{\max} \geq 30$ °C) száma 109–156%-kal nő, a forró napok ($T_{\max} \geq 35$ °C) száma pedig évi 4 napról 20–33 napra emelkedik! Csökken viszont a téli ($T_{\max} < 0$ °C) és fagyos ($T_{\min} < 0$ °C) napok száma, és jelentősen kevesebb (-87– -95%) lesz évente a zord nap ($T_{\min} < -10$ °C). A napi maximum-hőmérséklet növekedésére is számítani lehet, ez az emelkedés nyáron, és az ország déli részén lesz a legjelentősebb (4,0–5,4 °C), melyet általában jól követ a minimum-hőmérsékletek emelkedése. A minimum-hőmérséklet szintén a nyári évszakban emelkedik leginkább (3,5–4,8 °C)⁸

Érdekes eredmények születtek a csapadékváltozás előrejelzése során (4. ábra): az éves mennyiség jelentősen nem fog megváltozni, ám a lehullott mennyiség éven belüli eloszlása a mezőgazdaság számára igen kedvezőtlen módon változik. Csökkenésre nyáron (10–33%-kal) és ősszel, míg a csapadékmennyiség növekedésére télen (20–37%-kal) és tavasszal számíthatunk, így az évszakok sorrendje teljesen átrendeződik: a legcsapadékosabb a tél, majd a tavasz lesz, őket követi a nyár és az ősz (az alkalmazott scenáriótól függően más sorrendben). A B2 forgatókönyv kiegyenlítettebb évszakai csapadékeloszlást jelez, míg az A2 scenárió megtartja a jelenlegi nagy különbséget, csak megfordítja azt. Összességében elmondhatjuk, hogy az éghajlatunk jelentős mértékben szárazodni fog. Az extrém csapadékindexek éves szinten csak kis változást mutatnak, általában télen számíthatunk jelentős növekedésre, a nyári évszakokban inkább csak kisebb – akár csökkenő irányú – változás valószínűsíthető. Ennek ellenére van néhány index, amely éves szinten

[7] Bartholy J. et al. 2007.

[8] Bartholy J. – Pongrácz R. 2008.

is jelentős eltérést hozhat, például az extrém csapadékú ($R_{day} \geq 20$ mm) napok száma megduplázódik.⁹

Földrajzi analógia módszere

A várható változásokat jól szemlélteti, ha a földrajzi analógia módszerével kijelöljük azokat a területeket, amelyek mai éghajlata meg fog egyezni hazánk várható jövőbeli klímájával. Magyarország több régiójára is készültek ilyen összehasonlítások (5. ábra), melyek főként tőlünk délkeletre található területeket jelölnek ki a 2011–2070 közti időszakra, 2071–2100 között pedig leginkább észak-afrikai régiókat feleltethetünk meg hazánk majdani éghajlatának.¹⁰

Tájépítészet és klímaváltozás kapcsolata

A tájépítészet mint alkalmazott mérnöki tudományterület és az éghajlatváltozás kapcsolata kétirányú: egyrészt tájépítészeti eszközökkel a klíma védelmét elősegíthetjük, az éghajlatváltozás hatásait mérsékelhetjük, másrészt a klímaváltozáshoz alkalmazkodnunk is kell. A klímavédelem szempontjából kiemelten fontos, hogy a tájépítészet különböző módszerekkel el tudja érni a CO₂-megkötő növényzet terjedését: szabályozási tervekkel a művelési ágak közti váltást segítheti elő, konkrét szabadter-építészeti tervekben pedig növénytelepítést fogalmazhat meg, illetve a növényzet életkörülményeit javíthatja például vízfelület létesítésével, tereprende-zéssel. A kertépítészet, kerttervezés a tájépítészet részterülete, kis léptékben gondolkodik, ezért klímavédelmi szerepe mérsékelt, inkább a mikroklímára és a városi mezoklímára kifejtett hatása számottevő.

Napjaink tendenciája az intenzív kertfenntartási módszerek előtérbe helyezése, melyek lényege, hogy a kert állapotát még a környezeti feltételeket alig figyelembe vevő tervek esetén is erőforrást, időt és költséget nem kímélve fenntartja. Ide soroljuk például a közüzemi vízhálózatról üzemelt automata öntözőrendszert vagy a műtrágyázást. Az intenzív kertfenntartás napjainkra olyan eszközt adott a kezünkbe, melynek birtokában bátran gondolhatnánk, nincs szükségünk a klímaváltozáshoz alkalmazkodni. Ez a szemlélet több szempontból is veszélyes: egyrészt alkalmazkodnunk előbb, vagy utóbb elengedhetetlen lesz, az intenzív kertfenntartás csak elodázza a probléma megoldását; másrészt egyértelműen a klímavédelmi törekvésekkel ellentétes (energiapazarló).

Az intenzív kertfenntartás a következő évtizedekben – főként az energiaárak növekedése miatt – válságba kerülhet, melyet megelőzendő a hazai szakmai tudatba

[9] Bartholy J. – Pongrácz R. 2008.

[10] Horváth L. 2008.

szükséges lenne beépíteni a természeti folyamatok érvényesülését támogató ökológus törekvéseket, mint amilyen a permakultúra is. Ez a hazánkban még alig ismert, az ökogazdálkodáson túlmutató módszer, szemlélet leginkább úgy foglалható össze, hogy a gazdálkodás minden elemét – beleértve az élővilágot, táji adottságokat és épületeket – egy olyan egységes ökológiai rendszerré állítja össze, melyben az előre megtervezett kapcsolathálózat által a produktivitás és használhatóság növekszik, miközben a szükséges ráfordítások csökkennek.¹¹

Az alkalmazkodás tájépítészeti eszközei

1. Zöldtetők: építmények lapos, vagy kis hajlásszögű tetőszerkezetén létesíthetünk zöldtetőt, esetleg tetőkeretet.
2. Zöldhomlokzatok: kevés hazai példa ismert e fiatal növényesítési törekvésre, melynek lényege a homlokzat takarása zöld növénytömeggel. Tágan értelmezve a befuttatott falakat is zöldhomlokzatnak tekinthetjük (6. ábra).
3. Települési csapadékvíz-visszatartás: célként kell kitűznünk, hogy a közterületekre lehulló csapadék minél nagyobb részét helyben tartsuk és beszivárogtassuk a talajba, vagy párologtatással a mikroklímát javítsuk az összegyűlt esővízzel. A nem helybentartott csapadék a szennyvízcsatorna-hálózattól független rendszerben kerüljön elvezetésre, illetve minél később érje el a közüzemi hálózatot!
4. Magánkerti csapadékvíz-visszatartás: kertjeinkben a lehullott csapadék teljes megtartása a cél, melyet tereprendezéssel és tároló medencék építésével megoldhatunk.
5. Többszintes növényzet: a talajtakaró évelőkkel, cserjékkel és fákkal többszintes növénytömeget alakíthatunk ki, amely párásabb, hűvösebb, kiegyenlített mikroklimát biztosít.
6. Felszínborítás, lombkorona-borítás: az előzőhöz hasonlóan a mikroklíma javítása a legfőbb cél, melyet a minél nagyobb felszín- és lombkorona-borítás biztosításával elérhetünk.
7. Tereprendezés: a meglévő felszínalakulatokat kihasználva, illetve azt átalakítva nem csak a csapadékvíz helybentartásáról, hanem a mikroklimatikus feltételek javításáról is gondoskodhatunk.
8. Növényalkalmazás: a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás elkerülhetetlen eszköze a telepített fajok, fajták megfelelő kiválasztása. Várhatóan a következő évtizedekben már a mienkénél melegebb klíma növényei fognak kertjeinkben megjelenni.

Tájépítészeti oldalról nézve az éghajlatváltozás legfőbb következményei a hőmérséklet emelkedése, a vegetációs időszak szárazabbá válása, a heves esőzések

[11] Baji B. 2009.

gyakoriságának növekedése és a fagyveszély csökkenése. Ezeket – utóbbi kivételével – mind negatívumként szoktuk kezelni, holott e tényezők megváltozása pusztán újabb megoldandó tájépítészeti kihívásokat jelentenek, melyeket nem értékelnünk kell, hanem alkalmazkodnunk hozzájuk.

Zöldtetők és egyéb csapadékvíz-visszatartási lehetőségek

Települési környezetben legnagyobb problémát az a ma uralkodó szemlélet okozza, hogy a hirtelen lehulló csapadéktól minél hamarabb meg szeretnénk szabadulni, vagyis minél hamarabb a közüzemi – általában egyesített, vagyis a szennyvízzel egy rendszerben kezelt – csatornahálózatba kívánjuk juttatni. Az elmúlt évek felhőszakadásai, mint amelyek például 2006 júliusában vagy 2009 júniusában a fővárosunkat sújtották, rámutattak, hogy a csatornahálózat nem képes minden esetben elvezetni a csapadékvizet. Ezért célul kell kitűznünk, hogy a lehullott mennyiség minél kisebb részét, és azt is minél lassabban engedjük eljutni a csatornarendszerbe, melyet lakóházak, egyéb építmények lapos tetején zöldtető létesítésével érhetünk el (7. ábra).

A zöldtetők olyan növényzettel beültetett födécek, ahol a szigetelési és kertészeti rétegek egységet alkotnak, a csapadék lefolyási sebességét mérséklik, továbbá a csatornába jutó vízmennyiséget is csökkentik az ültetőközeg és a növényzet csapadékmegtartó-képessége, valamint az evapotranszpiráció (párolgás és párologtatás) által.

Zöldtetők előnyei és típusai¹²

A csapadékvíz visszatartásán túl a zöldtető további ökológiai előnye a városi mezoklíma (ún. hőszigeteffektus) mérséklése, a levegő tisztítása és a biodiverzitás növelése. Esztétikai értékkel, továbbá másodlagos társadalmi hatásokkal bír (rekreációs funkció, munkahelyteremtő erő). A legfőbb érvek azonban mindig a gazdasági oldalról érkeznek: hőárnyékoló és hőszigetelő tulajdonságával javítja az épületek energia-egyensúlyát, védi a tetőhéjazatot, megszűri a zajt és az ibolyántúli (UV-) sugárzást, összességében pedig ingatlanérték-növelő hatással bír.

A zöldtetők két fő típusa az extenzív (kis fenntartásigényű, sekély termőrétegű) és az intenzív (nagyobb fenntartásigényű, mélyebb termőrétegű), utóbbit tetőkertnek nevezzük, ha az járható, használható kertfelületként is funkcionál. Mindezek közül az extenzív zöldtető telepítése javasolt, hiszen létesítési költsége alacsonyabb, fenntartása jóval gazdaságosabb, a település élhetőségének javításában ennek ellenére jelentős erőfeszítéssel.

[12] Szabó L. 2009.

A felszínre lehulló csapadék visszatartására többféle lehetőség kínálkozik. Az egyik módszer a vízáteresztő burkolatok kialakítása, melyek lehetnek akár szórtak (zúzottkő, gyöngykavics), akár több kisebb elemből összeállók (térkő, kockakő, vízáteresztő beton idom), akár pedig összefüggők (drénaszfalt, stabilizált zúzottkő, gyepráccsal erősített gyepterület). Fontos, hogy e burkolatok hajlékony alapra kerüljenek, vagyis a lehulló csapadék az alatalajig leszivároghasson. Figyelnünk kell azonban a fagy hatására végbemenő szerkezeti mozgás veszélyére!

További lehetőség a felszínre hulló csapadék összegyűjtése és talajba szivárogtatása drénrétegen keresztül (felszín alatti drénkút, szikkasztó árok), melyet kombinálhatunk növényzettel. Hazánkban még nem terjedt el a növényzettel segített vízelvezetés, mely mind települési, mind magánkerti környezetben hatékony és esztétikus megoldási lehetőséget kínál a hirtelen lezúduló csapadék ellen. A növényzettel segített talajba-szivárogtatás több típusát megkülönböztetjük, ilyenek a szűrő sáv, füves vápa, növényes vápa, vízmegtartó terület, beszivárogtató ültetőmedence (8. ábra), esőkert.¹³

Növényalkalmazás a klímaváltozás idején

Hazánk éghajlatát a száraz kontinentális, nedves óceáni és a mediterrán klímahatások alakítják, melyek közül a következő században a mediterrán fog előtérbe kerülni. Ezért a kertjeinkben, parkjainkban felhasznált növényválaszték minőségi átalakítására van szükség. A fás szárú növények hosszú élettartama miatt a tájépítészetnek előre kell gondolkoznia, így a harminc év múlva élete teljében lévő – vagyis ma elültetett – növényanyagot szárazságtűrő, melegkedvelő, a mediterrán klímahatásokat jobban tűrő fajokból kell megválasztani. E növények egy része a jelenlegi kemény teleket még nehezen viseli (melyen téli takarással, fagyvédelemmel segíthetünk), azonban a következő évtizedekben az elfagyás veszélye mindinkább lecsökken.

Szükségesnek mutatkozik felmutatni olyan fajokat, illetve fajtákat, melyek már napjaink éghajlati viszonyait is viszonylag jól viselik (fagy- és téltűrőek). A melegebb éghajlatú területekről származó taxonok fagyűrési szelekciójára, a kiválasztott fajok és fajták szaporítására, bemutatására, elterjesztésére hazánkban még sajnálatosan kevés példa ismert. Kiemelt szerepet kaphatnak a botanikus kertek (és arborétumok), ahol ezen melegigényes egzotáknak már idősebb példányai is fellelhetők, továbbá a fagyérzékeny növényekhez kapcsolódó fenntartási tapasztalatok is felhalmozódtak. Hazánkban kiemelendők a pécsi, soproni, badacsonyi, csákvári, budakeszi és somogyvámosi (9. ábra) gyűjtemények. A legtöbb melegigényes faj a

[13] Csillag K. 2009.

Mediterráneumból, Észak-Amerika nyugati partvidékéről illetve a Távols-Keletről származik.

Néhány javasolható melegigényes faj

A ciprusok, ikertűs fenyők és örökzöld tölgyek közül igen sok alkalmazható lenne a megváltozott éghajlati viszonyok mellett, de számos egyéb fajt is érdemes kipróbálni: *Abies bracteata*, *Abies cilicica*, *Abies lowiana*, *Abies pardei*, *Acer kawakami*, *Aesculus californica*, *Berberis morrisonensis*, *Carpinus turczaninowii*, *Celtis bungeana*, *Cephalanthus occidentalis*, × *Chitalpa tashkentensis*, *Cupressus bakeri*, *Cupressus gigantea*, *Cupressus goveniana*, *Cupressus pigmaea*, *Cupressus torulosa*, *Elaeagnus bockii*, *Ephedra equisetina*, *Fontanesia fortunei*, *Helwingia chinensis*, *Ilex latifolia*, *Juniperus deppeana*, *Juniperus pseudosabina*, *Kalopanax pictus*, *Ligustrum lucidum*, *Mahonia fremontii*, *Melia chinensis*, *Phillyrea angustifolia*, *Picea koyamai*, *Pinus bungeana*, *Pinus gerardiana*, *Pinus palustris*, *Pinus pinaster*, *Pinus sabiniana*, *Prunus lusitanica*, *Quercus faginea*, *Quercus libani*, *Quercus trojana*, *Rhamnus alaternus*, *Sequoia sempervirens*, *Tilia maximowicziana*, *Torreya jackii*, *Viburnum wrightii*, *Yucca baileyi*, *Zanthoxylum alatum*¹⁴.

A botanikusokkal ellentétben a tájépítészek számára nem az adott növény jövőbeli elterjedési területe az érdekes, sokkal inkább az, hogy jó kerti viszonyok között a növény megfelelő életkörülményeket talál-e. Így az área-eltolódással szemben könnyebben és pontosabban becsülhető, modellezhető, hogy a kiválasztott faj éghajlati igényeinek mely területek felelnek meg a jövőben. Jelenlegi elterjedési területéből és az elmúlt évtizedek meteorológiai adataiból jól körülírható a növény igénye. Ezért a Budapesti Corvinus Egyetemen kutatásokat kezdtünk melegigényes fajok, főként mediterrán ikertűs fenyők számára megfelelő földrajzi területek északra tolódásának modellezésére. Különböző klímaszcenáriók alapján 2011 és 2100 közötti időszak előrejelzését készítjük el.

Összegzés

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület jelentésében szorgalmazza, hogy a klímaváltozást modellező szcenáriók alapján előzetes tervezéssel készüljünk fel a megváltozott éghajlati viszonyokra. A kertészeti dendrológia szemszögéből ez azt jelenti, hogy már most fel kell kutatnunk azokat a taxonokat, melyeket hazánkban a kertépítészet sikeresen alkalmazhat a későbbi évtizedekben. A melegebb

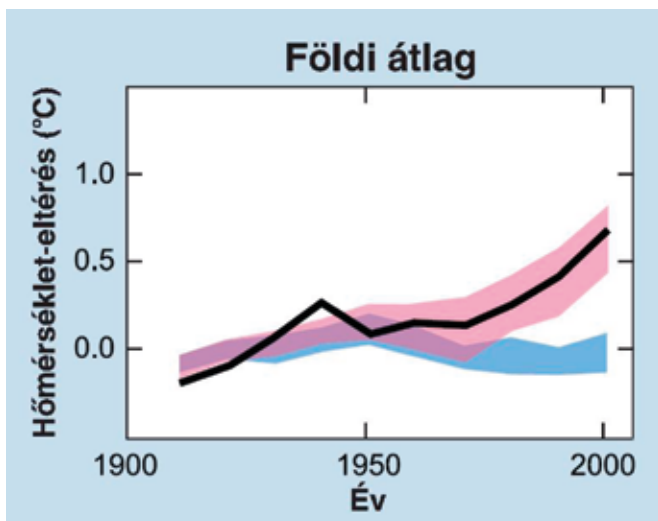
[14] Bede-Fazekas Á. 2009.

klímakörülmények között honos fás szárú növényeket mind többször figyelhetjük meg Magyarországon: egyre több faj, egyre több helyen tesz tanúságot meleg- és szárazságtűréséről.

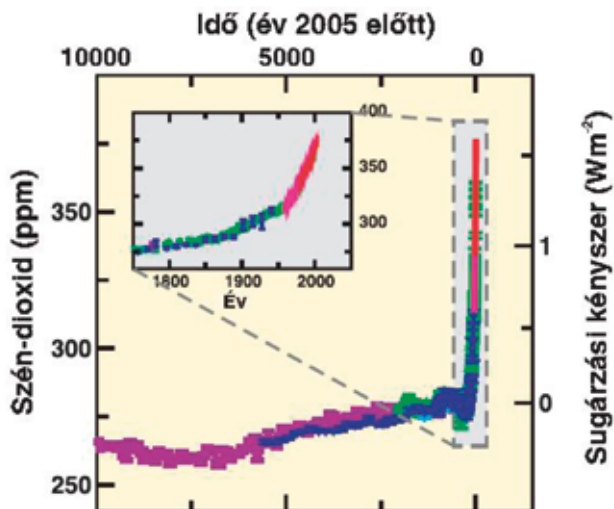
E fejezetben bemutattuk, hogy a következő évszázadban feltehetően milyen éghajlati körülmények lesznek Magyarországon, azaz hogy mire kell felkészülnünk, mihez kell alkalmazkodnunk, és néhány olyan tanácsot is adtunk, amely segíti a kerttulajdonosokat és a települések főkertészeit a megfelelő döntések meghozatalában. Egyvalamit fontos szem előtt tartanunk: ha az alkalmazkodás megfelelő lépéseit ma meg tesszük, avval nem egyszerűen megelőzzük a bajt, hanem inkább megpróbáljuk behozni lemaradásunkat a már folyamatban lévő klímaváltozással szemben. Ezért érdemes mihamarabb elkezdeni a megelőzést, az alkalmazkodást!

IRODALOM

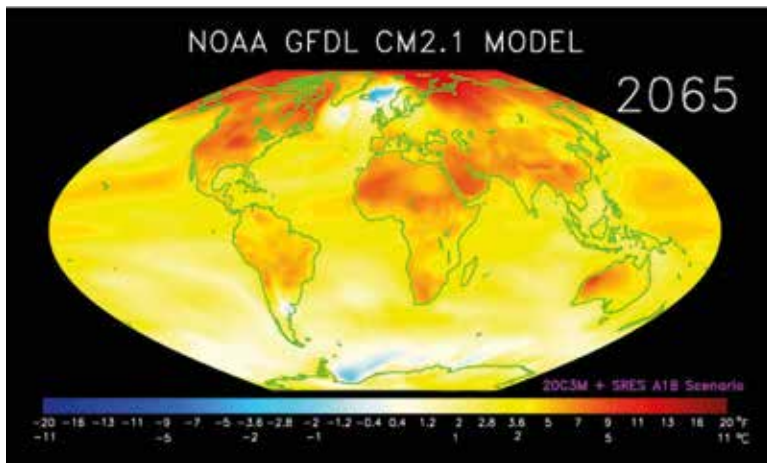
- Baji B. (2009): Önfenntartó biogazdálkodás: Permakultúra. Első Lánchíd Bt., Biri.
- Bartholy J. – Pongrácz R. – Gelybó Gy. (2007): A 21. század végén várható éghajlatváltozás Magyarországon. *Földrajzi Értesítő*, 51, 147–168. pp.
- Bartholy J. – Pongrácz R. (2008): Regionális éghajlatváltozás elemzése a Kárpát-medence térségére. In: Harnos Zs., Csete L.: *Klimaváltozás: környezet - kockázat – társadalom*. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház.
- Bede-Fazekas Á. (2009) Fagyérzékeny növénytaxonok alkalmazási lehetőségei a tájépítésben. Budapesti Corvinus Egyetem. Szakdolgozat.
- Csillag K. (2009): Fenntartható csapadékvíz-elvezetés. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem.
- Horváth L. (2008): Földrajzi analógia alkalmazása klímaszcenáriók elemzésében és értékelésében. BCE, doktori (PhD) értekezés
- IPCC (2007): *Climate Change. (2007): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom és New York, NY, USA.
- Mika J. (1997): *Klimaváltozás: hazai sajátosságok, ökológiai követelmények*. In: Szász G. – Tőkei L. *Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek*. Budapest, Mezőgazda Kiadó.
- Péczely Gy. (1979): *Éghajlattan*. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Szabó L. (2009): *A zöldtetőépítés hazai kilátásainak vizsgálata Budapest példáján*. Szakdolgozat, Budapesti Corvinus Egyetem.
- Szabó L. (szerk.) (2005): *A mezőgazdaság földrajza*. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház.
- Weart, S. – American Institute of Physics (2009): *General Circulation Models of Climate* (www.aip.org/history/climate/GCM.htm)



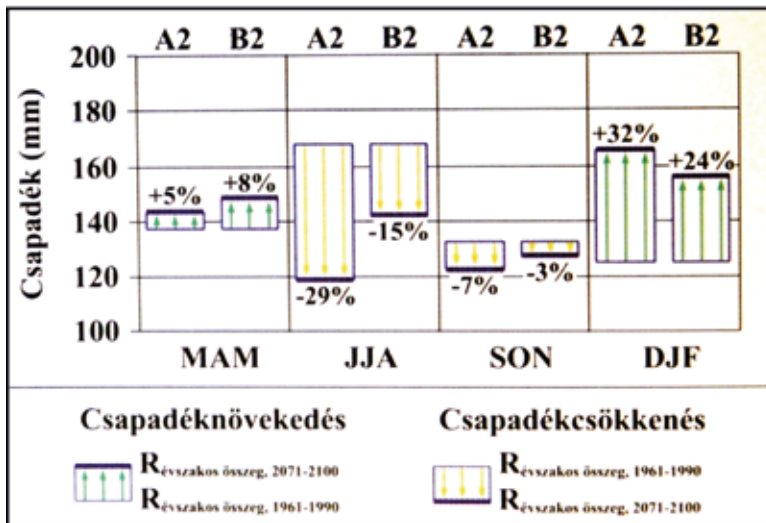
1. ábra: A megfigyelt hőmérséklet-emelkedés (fekete), a tisztán természeti folyamatok által alakított modell (kék), valamint az emberi és természeti folyamatokat egyaránt figyelembe vevő modell (rózsaszín) kapcsolata jól szemlélteti az antropogén hatás jelentőségét. A kék 19, a rózsaszín 58 szimuláció 5–5%-os megbízhatósági tartományát ábrázolja. (IPCC 2007)



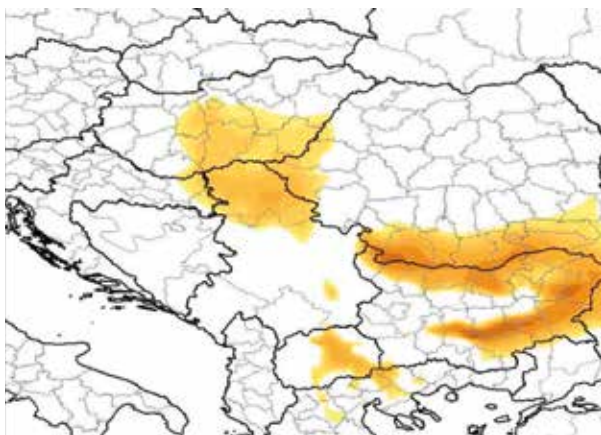
2. ábra: Szén-dioxid légköri koncentrációjának megváltozása az elmúlt 10 000 évben, jégfuratminták és légköri megfigyelések adatai alapján. (IPCC 2007)



3. ábra: A felszíni átlaghőmérséklet eltérése az 1971–2000-es referencia-időszakhoz képest az IPCC SRES A1B klímascenário szerint (T. Delworth, R. Stouffer, M. Winton 2010. (módosítva))



4. ábra: A 2071–2100-as időszak várható évszakos csapadékeloszlása összehasonlítva az 1961–1990 közötti referenciaidőszakkal (Bartholy J. – Pongrácz R. 2008)



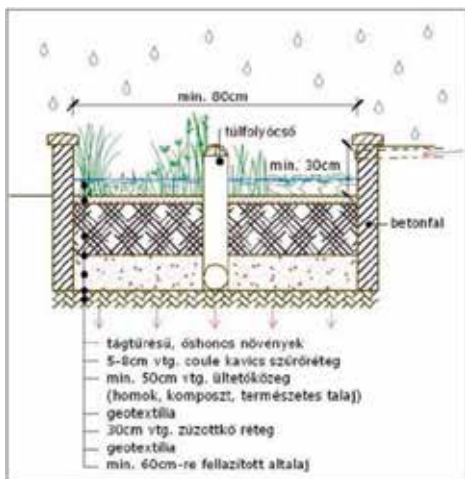
5. ábra: Budapest 2041–2070 közötti várható éghajlatával analóg területek. A sötétebb foltok a pontosabb egyezést mutatják. (Horváth L. 2008)



6. ábra: Vadszőlővel befuttatott épülethomlokzat Budapesten. Szigetelő és biodiverzitás-növelő hatása megkérdőjelezhetetlen (Fotó: Bede-Fazekas Á. 2010)



7. ábra: Egy budapesti bevásárlóközpont extenzív tetőkertje (Fotó: Gerzson L. 2008)



8. ábra: Beszivárogató ültetőmedence keresztmetszete (Terv: Csillag K. 2009)



9. ábra: Fiatal grúz aleppófenyő (*Pinus eldarica*) a somogyvámosi Krisna-völgyben. A friss telepítésű botanikus kert igen sok melegigényes fajjal büszkélkedhet (Fotó: Bede-Fazekas Á. 2010)

Fenntartható kertészkedés (permakultúra)

AVAGY: LEHET-E VÁROSBAN BIOKERTÉSZKEDNI?

Baji Béla¹⁵

1. Mi az a permakultúra?

Egy biogazdaságban, egy biokertben, de még a balkonládában is létrejönnek hasznos ökológiai kapcsolatok termesztett növényeink, a termőföld, és a természetes fauna tagjai között. Ezt igyekszünk is elősegíteni: búvóhelyet készítünk a sünnek, hasznos rovaroknak, virágokat ültetünk a ragadozó- és parazita rovarok számára, hogy a belőlük gyűjthető nektár és virágpor táplálja a zengőlegyeket, fűrkészdarazsákat, fátyolkákat.

A permakultúrás gondolkodás annyival több ennél, hogy a gazdálkodás valamennyi elemét (növényeket, állatokat, építményeket, domborzatot, táj- és vízrajzi adottságokat) egységes ökológiai rendszerré szerkeszti össze. Tehát az élő, és élettelen környezeti tényezőket, és a termeszteni, tenyészteni kívánt fajok együttesét egységes ökológiai rendszerként szemléli. Ebben az egységes rendszerben egy előre megtervezett kapcsolathálózaton keresztül az egyes elemek produktivitása, használhatósága javul. Ugyanakkor a ráfordítás (ápolás, takarmány, gyógyszerek, elhelyezésre szolgáló épületek) mértéke csökken. A pontos definíciót Bill Mollisontól két helyről idézem a „Permakultúra I.”, illetve a „Permakultúra II.” című könyvekből:

„A permakultúra kifejezéssel egy integrált, folyamatosan, szukcesszíven fejlődő, az ember számára hasznos növények és állatok ökológiai kapcsolathálózatán alapuló rendszert neveztünk meg.” (Mollison, 1977)

„A permakultúra olyan mezőgazdaságilag produktív ökoszisztémáknak a tudatos tervezése és kialakítása, amelyek rendelkeznek a természetes ökoszisztémák

[15] A szerző kertészmérnök, hazánk vezető permakultúra szakértője.

stabilitásával, rugalmasságával. Az embernek és természetes környezetének harmonikus integrációja, mely biztosítja számára az élelmet, energiát, lakást, valamint egyéb anyagi és szellemi szükségleteit.”(Mollison, 1978)

A rendszernek része az ember is, tehát a permakultúra egyben emberi élőhelyeket is teremt. Célja az is, hogy közösségi kapcsolatokat alakítson ki emberek, embercsoportok között. A piaci értékesítést nagyban elősegíti, ha kialakulnak a helyi kereskedelem különféle formái. Ilyenek például a városlakók, és a közelben élő biogazdák között szerveződő zöldség előfizetések, a „box-rendszer”, a termelőkfogyasztók szövetkezései, a szívesség bank, a helyi „etikus befektetéseket” szolgáló pénzügyi szervezetek, stb. Mindezek több helyen megvalósultak már a világban, az élővilág védelmét, szép természeti környezetet, pozitív közösségi kapcsolatokat, és a szükségleteket egészséges, változatos módon kielégítő gazdasági termelést hozva létre.

2. A permakultúra története dióhéjban

A permakultúra fogalmát az ausztrál Bill Mollison fogalmazta meg. Ezzel a megnevezéssel egy sajátos, főleg élő növényekre alapozott mezőgazdálkodást akart megjelölni, amely hosszú távon fenntartható. Fontos eleme a talajművelés minimalizálása is.

Bill Mollison egész életében a természetet járván jól megfigyelte az az ökológiai életközösségek működését. Ez vezette őt arra, hogy ember számára hasznos fajokból hasonlóan működő egységeket hozzunk létre, amelynek része maga az ember is. Elképzelését a „Permakultúra I-II.” című művében publikálta. Ezt követően tanfolyamokat szervezett először Ausztráliában, majd világszerte. Ennek nyomán virágzó gazdaságok, és közösségek jöttek létre. (vö. a *The Global Gardener* c. videofilm.)

Tanítványai közül sokan tovább vitték a stafétabotot, kéthetes tanfolyamokon adva tovább a permakultúra lényegét. Ez a folyamat a mai napig tart, és a permakultúra világmozgalommá vált. Magyarországon a szintén Bill Mollison-tanítvány, Lea Harrison tartott először permakultúra tanfolyamot, két részletben, 1991-ben, és 1993-ban. A tanfolyam résztvevői az akkoriban ébredező magyarországi ökofalu mozgalom résztvevői voltak. Magam 1987-ben alapítottam egy kísérleti területet Tápiószelén, az Agrobotonikai Intézet határában, azzal a céllal, hogy kipróbáljam a permakultúra elveinek használhatóságát a hazai mérsékeltövi kontinentális klímában.

Az önálló hazai permakultúra mozgalom jókora késéssel, csak 2006 nyarán alakult meg. Ennek oka az volt, hogy a hasonló célú ökofalu mozgalom mellett nem éreztük ennek korábban szükségét. Az informális Permakultúra Szövetséget néhány hónapi szervező munka után 2006 nyarán „kiáltottuk ki” a somogyvámosi Krisna-völgyben az ott tartott nyári ökofalu találkozó alkalmával.

3. A permakultúra, és a földműveléstan magyar klasszikusai

A klasszikus földműveléstan hazai szakemberei (Grábner Emil, Gonda Béla, Kállay Kornél és sokan mások) kivétel nélkül hangsúlyozzák a talaj megfelelő eszközökkel, megfelelő nedvességtartalom mellett való művelésének a fontosságát, a megfelelő talajszerkezet (morzsalékosság), a talaj levegőzöttsége és a víztartalom megőrzése érdekében. Ez utóbbi elérésére javasolják a gyakori, kapásoknál nyolc-tíznapenkénti (!) sekély kapálást, kultivátorozást, akkor is, ha a talaj gyommentes, hogy a felszínre vezető kapillárisokat (természetes talajcsövecskéket) elromboljuk, így megakadályozva a talajfelszín párologtatását. „Egy kapálás felér egy esővel”- mondták a régi gazdák. Ugyanezért javasolják, hogy az aratást minél hamarabb, lehetőleg a kasza (kombájn) után haladva kövesse a tarlóhántás.

Ezzel szemben a permakultúra a talajművelés elhagyására ösztönöz. A „minimum tillage” (minimális talajművelés) számos példáját publikálták már a világban, de a legszélsőséesebb példáit éppen a permakultúrában látjuk.

A klasszikus talajművelés tankönyveiben, és a permakultúrák kiadványokban látható fotókon a művelt terület látványa egészen más. A magyar könyvek régi képein nyílegyenes sorok között jól látszik a tág sorközökben a megművelt föld, míg a permakultúrák fotókon a területet teljesen beborítja a növényzet, legtöbbször két-három faj vegyeskultúrája látható, a sorközöket befedi a növényzet, vagy különböző növényi maradványokkal vannak takarva, sőt, az ún. erdőkertben többszintes polikultúrákat láthatunk.



1. kép. Az erdőkert zöldségfélék, gyümölcsfák, és rovaroknak nektárforrást, madaraknak bogyótermést nyújtó cserjefélék társítása. Ily módon egy többszintes növénytársulás jön létre, melynek összhozama nagyobb, mint az egyszintes monokultúráé. A változatos fajösszetétel a faunában is nagyfokú változatosságot eredményez. Egy ilyen ökológiai rendszerben kevés gond van a kártevőkkel.

Tény, hogy a Kárpát-medencében a termesztés egyik fő limitáló tényezője a víz, és a klímaváltozás miatt várhatóan még inkább azzá válik. A permakultúrában bemutatott többszintes rendszerek nálunk csak öntözés mellett valósíthatók meg. Ugyanez a helyzet a Fukuoka vegyeskultúrás, másodvetéses gabonatermesztési rendszerével is. Öntözés lehetőségének hiányában a permakultúra által javasolt talajtakarás, mulcsozás helyettesíti a gyakori talajművelést. A takaróanyag megakadályozza a talajfelszín párologását a belőle élő, alatta elszaporodó talajélőlények pedig megeremtik a morzsalékos-levegős talajszerkezetet. Ahogy mondani szoktam: helyettem a giliszták ásnak. A talajfelszínre bőségesen kijuttatott növényi maradványokat a talajlakó élőlények elhasználják, humusszá alakítják, miközben a növényi maradványokban tárolódó kémiai energiát mozgásukkal többek között a talaj „művelésére” fordítják.

A talajművelési tartamkísérletekben ugyanakkor már a XIX. – XX. században megállapították, hogy az intenzíven művelt talaj humusztartalma évtizedek alatt csökken. A talajba juttatott levegő (oxigén) hatására ugyanis a humusz gyorsabban oxidálódik. Ezt csak rendszeres, nagyadagú istállótrágyázással lehet ellensúlyozni. Újabb eredmények szerint a talajba juttatott oxigén megbontja a talajban a levegős-levegőtlen viszonyok egyensúlyát, ami kedvez a talajlakó kórokozóknak (*Fusarium*, *Verticillium*, *Pythium*).

Meg kell említenünk azt is, a permakultúra feltételei között az öntözés jóval szélesebb körben, változatosabb módon alkalmazható, mint a hagyományos szántóföldi termesztésben. A tisztított szennyvíz használata, az esővízgyűjtés változatos módszerei, sajátos technikák alkalmazása teszi ezt lehetővé, különösen a lakóház körüli intenzívebb részekben.

Megemlíthető az is, hogy a permakultúra a lehető legnagyobb mértékben a fás vegetációra alapozza az élelmiszer, és a takarmánytermelést. Márpedig a fák, különösen a szárazságtűrő fajok mélyebbre tudják eresztani gyökereiket és olyan talajrétegek vízkészletét aknázzák ki, amelyeket a lágyszárú növények nem érnek el. Egy jó példaként említhetném a lepényfát (gledícsiát), amelynek télen lehulló terméseit a kérődző állatok szedik fel, míg a kihulló magvakat a tyúkok hasznosítják. Azonban a babhoz hasonló ízű magvai megfelelő előkészítés után emberi fogyasztásra is alkalmasak. Termésének belsejében lévő édeskés krémszerű anyagot a falusi gyerekek szívesen nyalogatták („szentjánoskenyér”).

Hasonló tulajdonságokkal rendelkezik az ostorfa, amelynek ágait az állatok szívesen legelik, ősszel-télen megtalálható barnás bogyótermése fontos madáreleség, de szintén szívesen eszegetik a gyerekek is.



2. kép. A lepenyfa (*gledícsia*) terméseivel, magjaival takarmányt ad

4. Permakultúra a hagyományos magyar népi gazdálkodásban

Néprajzos-történész szakemberek az elmúlt évezred népi gazdálkodását kutatva a Kárpát-medencében több gazdálkodási területen, olyan módszereket írtak le, amelyek a permakultúra szemléletét hordozzák. Napjainkban ezek közül talán Andrásfalvy Bertalan és Bereczky Máté munkái a legismertebbek. Három területet emelnék ki, és ismertetnék röviden. Az egymást részben átfedő területek a következők: A középkori rét-legelő és erdőgazdálkodás, az ártéri fokgazdálkodás, mely széles körben elterjedt volt az Árpád-korban, és a gyümölcsészet.

A középkorban a legelőket, és az erdőket a falu népe közösen használta. Mindkettőben legeltettek, és gyümölcsöket termesztettek. Az erdő ligetes jellegű, ritkás volt. A gyümölcsoltásra alkalmas vad alanycsemeték kifejlődését úgy segítették, hogy a pásztor egy-egy területet tüskés ágakkal körbekerített, hogy az állatok ne férjenek hozzá. A pár év alatt magától becserjésedő területen körbetisztították a vadkörte, vadalma, szilva, galagonya csemetéket, amikor már eléggé megnőttek ahhoz, hogy az állatok ne károsítsák. Ezután jött az „oltogató ember” aki beoltotta őket nemes fajtákkal. A gyümölcsöt a falu közösen hasznosította. Bár Mária Terézia reformintézkedései, amelyek az exportra történő gabonatermelést ösztönözték, beszűkítették ennek a gazdálkodásnak a lehetőségeit, maradványaiként a legelőkön a „hagyásfák” még a XX. században is láthatóak voltak.

Az ártéri fokgazdálkodás emlékeit olyan településnevek őrzik, amelyekben a fok szótag szerepel. A fokok olyan, nagyobb folyókból kivezető csatornák voltak, amelyek a folyó vizét áradáskor holtágakba, mély fekvésű területekre vezették. A régészeti ásatások kimutatták, hogy helyenként az ilyen fokok szántóföldi öntözésre használt csatornarendszert tápláltak. Máshol az árterek magasabb területeire gyümölcsfákat telepítettek.

A fokgazdálkodás másik területe a halgazdaság volt. Az árvizekkel a halak felúsztak a holtágakba, tározókba, és ott leívtak. A folyó apadásakor a nagy halak fennakadtak a kifolyónál elhelyezett rekesztékeken, míg az ivadék, átférve a fűzfaonaton résein, a visszahúzódó vízzel leúszott a folyóba. Napjainkban egy civil szervezet a Bodrog torkolatvidékén kísérleteket folytat a fokgazdálkodás rekonstruálására.

Gyümölcsészet. A népi hagyományokon alapszik a gyümölcsfák napjaink gyakorlatától gyökeresen eltérő, természetszerű telepítése és gondozása is, amelyet művelői gyümölcsészetnek neveztek el. Lantos Tamás „Gyümölcsészet a Dráva mentén” című könyvében ismerteti a gyümölcsfák természetszerű kezelésének alapelveit, ökológiai, gazdasági, társadalmi-szociális előnyeit. Ő maga mintegy tizenöt éve kezeli így gyümölcsösét.

A gyümölcsészet jellemzői: Vegyes telepítés, különböző korú gyümölcsfák, erdei fák, (tölgy, kőris és egyéb hasznos fák) szálánkénti meghagyása a gyümölcsösben, nagyméretű gyümölcsfák, a lehető legkevesebb beavatkozás a fák életébe. Gyakorlatilag csak a koronaalakító metszést, és az idős fák ifjítását gyakorolják. Nagy jelentőséget tulajdonítanak a régi, kiveszőben lévő fajták különféle használatának, a genetikai sokféleség megőrzésének. A ritkásan, szabálytalan elrendezésben álló különböző korú fák közeit kaszálják, arra kiválasztott helyeken pedig kaszálékkal a fűvet lefojtva zöldecses parcellákat alakítanak ki. A gyümölcsöt, de még a kivágott fák anyagát is sokoldalúan hasznosítják (fafaragás, tüzelő). Lantos Tamás szerint a gyümölcsészet Dráva menti elterjedésével vissza lehetne állítani az Ormánság népességmegtartó erejét, megélhetést biztosítani a helyben maradt, lecsúszott rétegeknek. A Palocsai Egyesület nevű civil szervezet a gyümölcsészet, és a régi gyümölcsfajták elterjesztését tűzte ki céljául.



A 3. képen láthatjuk Lantos Tamás Markócon művelt gyümölcsösét

5. A permakultúra közvetlen előzményei a világ agrárgazdaságában

A permakultúra megalkotóját, Bill Mollisont megelőzve, vagy vele párhuzamosan több szakember is akadt, aki felismervén a konvencionális gazdálkodás alapvető problémáit, sikeres útkereső munkába fogott. Mollison a „Permakultúra I-II.” című könyvében ismerteti a korábbi rokon elvű gazdálkodási rendszereket, eredményeiket továbbfejlesztve belefoglalja saját könyvébe. Elsősorban két életműre támaszkodik:

Egyrészt Ken Yeomans munkájára, amely a XX. század elején az egyenlőtlen csapadékeloszlás okozta problémákra (a hirtelen lezúduló nagy záporok okozta eróziós problémákra, illetve a hosszú csapadékszegény időszakok miatt fellépő aszályos periódusokra) keresett megoldást Ausztrália hegy- és dombvidékein.

A másik forrás a japán Maszanobu Fukuoka vegyeskultúrárs, elő- és másodveteményes, fákkal kombinált, talajművelés nélküli gabonatermesztési rendszere volt, melyet az „Egy szalmaszál forradalom”, és a „Természetes gazdálkodás” című műveiben publikált.

Yeomans vízgazdálkodási rendszere

Mivel az egyenlőtlen csapadékeloszlás nálunk is okoz károkat, esetenként katasztrofákat, és a globális klímaváltozás miatt ezek a problémák várhatóan fokozódni fognak, Yeomans csapadékvíz gyűjtésre, tározásra alapozott vízgazdálkodási rendszere különösképpen figyelemre érdemes, amelyet a „Vízet minden gazdaságnak!” című könyvében dolgozott ki.¹⁶

Módszere a lejtőn lefolyó víz felfogását és tárolását célozza meg, elsősorban egyfajta speciális talajművelés révén a talajban, másodsorban, ha a talaj felvevő képessége így sem lenne elég, akkor gyűjtőcsatornák révén, a domb oldalán elhelyezett tározórendszerben.

A Yeomans-féle talajművelés alkalmazásával az összetömörödött, erodált talajok feljavíthatók. Mollison ezt annyiban fejleszti tovább, hogy ötleteket ad, miként lehet a tározókat a vízi élővilág számára alkalmasabbá tenni: Szigetek, tutajszigetek, víz alatti rejtkehelyek ikrázó, ivadéknevelő fészkek halak és rákok számára. Ezeket a tározókat nemcsak árasztásos öntözésre, hanem egyéb öntözési módokra is lehet használni: gravitációs, szivárogtató öntözés, használati víz, majd a tisztított szürke víz használata a házhoz közeli zöldségesben, erdőkertben.¹⁷

[16] V. ö. www.keyline.com.au

[17] Megemlítem még, hogy Mollison több ötletes csapadékvíz, sőt harmatgyűjtési, és tározási ötletet is leír sziklás hegyoldalakra, félsivatagi időszakos vízfolyásokra, egyéb félsivatagi viszonyokra a „Permakultúra II.” c. könyvében.

A Fukuoka-féle gabonatermesztési rendszer

Maszanobu Fukuokát, frissen végzett növényvédő mérnökként nem sokkal a második világháború után az kezdte foglalkoztatni, hogy miért fertőzi el egy rozsda-gomba a japán fenyőültvényeket? Miért kell egyre többet permetezni ellene, ha nem akarják, hogy az erdők kipusztuljanak? Arra gondolt, hogy ennek elsősorban a monokultúra lehet az oka. Az arrafelé alaptápláléknak számító rizs ugyancsak sok permetezést igényelt egy gombabetegség miatt.

Ezek a megfigyelések arra a gondolatra vezették őt, hogy a rizst más növényekkel elegyessen illetve váltogatva termessze. Mintegy húsz év alatt dolgozta ki rendszerét Japán egyik déli, szubtrópusi, nedves klímájú szigetén. Az év során őszi búza, és rizs váltogatja egymást az állandóan jelenlévő fehér here köztes mellett.

Sepp Holzer alpesi tündérkerje

Sepp Holzer Ausztriában kezdte működését az 1960- as években az Alpok egyik déli lejtőjén. Családi farmjuk mintegy 1500 m-es tengerszint feletti magasságban helyezkedett el. Ebben a magasságban kevés féle növényt lehetett megtermelni. Csapadék ugyan van bőven, de a víz nagy része lefolyik a lejtőkön, néhol még a fenyvesekben is eróziót okozva. Gyermekkori megfigyelései alapján egy másfajta gazdálkodás lehetősége kezdett megfogalmazódni benne.¹⁸ Észrevette például, hogy egy-egy napsütötte kő környékén a növények hamarabb kifejlődnek. Mint Mollison, ő is rájött arra, hogy a számunkra hasznos elemek között mindannyiunk számára hasznos kapcsolatok sokaságát lehet létrehozni.

Sepp Holzer farmjának fő sajátosságai a következők:

- A lejtőt teraszírozza, és a géppel végzett földmunkák során szerves anyagot forgat be, elsősorban úgy, hogy az ott növő erdőt, cserjést ágastul-gyökerestül a teraszok talajába temeti. A teraszok közötti rézsűkön az erdő érintetlenül marad. A teraszokra gyümölcsfákat, mozaikszerű kis parcellákon tudatosan megtervezett növénytársításokat telepít (pl.: rozs-endívia, zöldségfajok – nektáradó növények – gyümölcsfák). A háziállatok közül a sertést emeli ki, mint a talajt feltúró, vetéseket előkészítő, hullott gyümölcsöt összeszedő, nedves dagonyázóhelyeket kialakító háziállatot.
- A teraszokon mélyedéseket kialakítva tavak rendszerét hozza létre. Számol a vízfelületek mikroklíma-alakító hatásával. A tavakat a lejtőn lefolyó csapadékvíz táplálja, amelyet csatornák segítségével gyűjt össze. A nagy szintkülönbségek miatt fellépő vízennergiát is hasznosítja, a tavakban pedig halat tenyészt.
- Hangsúlyt fektet arra, hogy a délies lejtő meleg mikroklímáját bizonyos

[18] V.ö. www.krameterhuf.at Farming with Nature-Permaculture with Sepp Holzer: www.youtube.com

helyekre fókuszálja, melegítő hatását felfokozza. Így lehetővé válik számára, hogy olyan zöldségféléket is tudjon termelni, amelyek egyébként nem fejlődnének megfelelően a magashegyi klímában, mint például a tökfélék. Kiemelt jelentőséget tulajdonít a napsütötte köveknek, amelyek egyfajta fűtőeszközként szolgálnak a tavak és a melegigényes növények számára.

- A növények társításában a természetet igyekszik utánozni. Különféle zöldségfélék magvait összekeverve és szórva veti el. A kikelt állományokat a lehető legkevésbé bolygatja. Arra törekszik, hogy a vegyes állományok fajai a talajt eltérő módon hasznosítsák, ezért például sekélyen és mélyen gyökerező fajokat társít egymással. Másutt olyanokat, amelyek eltérő időszakban érik el a kifejlett állapotukat. Az így létrehozott gazdaság amellett, hogy produktív, természetű esztétikájával, változatos növényzetével, domborzatával, és tereptárgyaival pihenést is nyújt.

6. Szemelvények a permakultúra tanításából

Most képzeljük el, hogy belépünk egy permakultúra tanfolyam kellős közepébe. A permakultúra etikája, a főbb ökológiai törvényszerűségek elhangzottak már, most éppen a tervezés gyakorlati lépéseit ismerteti az oktató...

Az elemek megfeleltetése, a társíthatóság vizsgálata

Számba vesszük, hogy milyen elemekből (létesítményekből, épületekből, növény- és állatfajokból) szeretnénk felépíteni a gazdaságunkat. Végiggondoljuk, hogy mely elemnek milyen szükségletei, hozamai, melléktermékei, mikroklimatikus hatásai vannak. Ezek után csoportosítjuk őket aszerint, hogy melyek azok, amelyek egymást „kiszolgálják”, egymás melléktermékeit elfogyasztják, egymást megvédik, vagy előnyös mikroklimatikus hatással vannak egymásra.

Ily módon egy csoportba kerülnek például a gyümölcsös, baromfiak, madár- eleséget termő bokrok, füvek. Egy másik csoportot képez a napsugár tó, a kút, a lakóház és a zöldséges. A tóból vagy kútból könnyen tudjuk öntözni a zöldségest. Ha szeretnénk üvegházat, télikertet, azt a ház déli oldalára, a napsugár tó, és a ház közé tesszük. Az üvegház napos időben hozzájárul a ház fűtéséhez, amelyet a napsugár tóról visszaverődő napfény felerősít. Az üvegházat nyárra lombhullató fával, vagy kúszónövényekkel árnyékoljuk.

Az almazott tyúkudvart a zöldséges és a gyümölcsös határára célszerű tenni, egy-egy átjáróval a gyümölcsös és a zöldséges felé. A gyümölcsös felé egész évben kiengedhetjük őket, a zöldséges felé késő ősztől kora tavaszig, ha nincsen zöldség a kertben, vagy vándoroltatható ketrec, a „csirketraktor” korlátozásával.

„Kulcslyuk kert”

Neve talán onnan származik, hogy úgy van megalkotva, hogy az ember minden részébe az útról elér a kezével is, úgy tud ügyködni benne, mint a kulcs a zárban. Az alaprajz két koncentrikus körből, és a belső körből a külső felé sugárirányban kinyúló járófelületekből áll, melyek a végükön szintén körkörösén kiszélesednek.

A külső kör határolja a veteményest, melyet gyomfojtó növényekből (nadálytő, ribiszke sövény, kerti jukka stb.) képeznek ki, hogy megakadályozzák a gyomok terjedését a kör középpontja felé. Magát a veteményest a külső és belső kör, illetve a bejáró út, és az elérést szolgáló bejárók határolják. A sorok a sugárirányú beöblösödések és körívek vonalait követik.

A járófelülethez közel eső sorokban helyezük el a több gondoskodást igénylő, alacsonyabb veteményeket (hónapos retek, sárgarépa, hagyma, petrezselyem), a távolabbiakba kerülnek a magasabbak (paradicsom, karalábé, burgonya). A belső kör közepébe kis tavat építhetünk, a benne szaporodó szitakötők, békák segíthetnek a növényvédelemben.

Zónák, és szektorok

Eddig beszéltünk a mintázatokról, mikroklimatikus hatásokról a gazdaság elemei között létrehozható kapcsolatokról, azok társíthatóságáról. A zóna és szektoranalízis foglalja egységes keretbe mindezeket a szempontokat.

A permakultúrás gazdálkodás központja, szíve a lakóház, ennek környezetében tartózkodunk a legtöbbet. Ebből indul ki a gazdaság zónákra osztása, a lakóháztól való távolság függvényében.

Az **1. zóna** ennek megfelelően a ház közvetlen környezete. A háziasszony kiszaladhat az ebédhez egy kis salátáért, sárgarépáért, petrezselyemzöldért, zöldségért a bejáratnál elhelyezett intenzív zöldségágyáshoz, domboságyhoz. Ide tesszük a gyógy- és aromanövényeket „csokorba kötő” gyógynövénytspirált, télen az üvegházban, edényben teletetett rozmarinfácskát, egyéb nem télálló, edényben nevelt növényeinket. Mivel naponta többször is látjuk, hamar észrevesszük, ha valami ten-nivaló akad legféltettebb kedvenceink körül. A keleti, és az északi oldalra árnyékadó fák, pergola kerüljön, ahová a forró napokon kiülhetünk hűsölni. A délnyugatira a leginkább melegigényes növények, mint a szőlőlugas, – ahol kitelel – a füge, korainak szánt paradicsom.

Gyógynövénytspirál

A gyógy- és fűszernövények helye. Vázát egy spirál formájú, közepe felé emelkedő fal alkotja, amelyet földdel töltünk fel. A közepén lévő magasabb részekre szárazságtűrő fajokat ültetünk, mint a levendula, izsóp, orvosi zsálya, az alsó részbe telepítjük a víz-igényesebbeket (mentafélék, zeller, lestyán).



A 4. kép Györgyi Nagyi kertjében készült, Balmazújvárosban.
A gyógynövénytspirál helye a konyhalépcsőnél van

A **2. zónába** kerülnek a tömeget adó zöldségnövények, azaz a krumpli, a téli tárolásra szánt zöldségek, az almozott baromfiudvar, – ha vannak – méhkaptárak, a málnás, egyéb bogyógyümölcsűek, egy-egy kistermetű gyümölcsfa, intenzív gabona, és étkezési hüvelyesnövény parcella (csicseriborsó, szegletes lednek, szója, lóbab).

A **3. zónában** van a gyümölcsös, bogyós gyümölcsű, és maghozó bokrokkal, fűvekkel, vadon élő gyógynövényekkel, vadvirágokkal. Ide egész évben kiengedhetjük a tyúkot, gyöngyöst, kacsákat. Ez lehet pl. a napsugár tó házzal szemben lévő oldala, amit így a kacsák birtokba vehetnek. A ház felőli parton elég egy kb. 40 cm magas, közel függőleges partszakaszt kiépíteni, hogy a kacsák ne jöhessenek ki a házhoz és a zöldségesbe. A 3-as zónába bizonyos időszakokban beengedhetjük a juhott, sertést, akik lelegetik a fűvet, illetve összeszedik a lehullott gyümölcsöt, a kártevő gyümölcsmolyok lárváival együtt. Elegyítsünk a gyümölcsfák közé néhány lepényfát, húsos- és veresgyűrű somot, sóskaborbolyát, keskenylevelű ezüsthát is.

A **4. zónába** kerülnek a nagytestű legelésző állatok, szarvasmarha, szamár, ló, – ha tartunk – akkor kecske (ez utóbbitól a fákat nagyon kell védeni). Ide tesszük a takarmányfákat (szilfélék, kecskerágó, vadgyümölcsök, nedves helyen fűzfélék) is, melyek ágait az állatok legelik, illetve ha nem érik el, levághatjuk nekik. A lepényfa és vasfa hüvelyeit télen, kora tavasszal potyogtatja az állatok lábai elé, amikor nálunk csak széna van. A tölgyfajok makktermése szintén takarmány, főleg a sertéseknek. A kecskék télen a fákról levágott ágakat is szívesen fogyasztják, rügyeiket, kérgüket lerágják. Az ilyen levágott, lelegelt ágakat kiszárítva tüzelőnek használhatjuk. Az istállót a 3. és 4. zóna határára építjük.

Az **5. zóna** az ember által nem háborgatott rész. Még kisebb kertekben is meghagyhatunk a terület sarkaiban, félreeső részein egy-egy sűrű bozótost, ahol a madarak zavartalanul fészkelhetnek. Az 5-ös zónába csak megfigyelés céljából megyünk.

A szektoranalízis során azt vizsgáljuk meg, hogy az éghajlatnak, domborzatnak, égtáji kitettségnek megfelelően milyen irányból érkeznek hozzánk a kedvező és kedvezőtlen energiák, vagy egyéb hatások. Az elemek csoportjainak megfelelő elhelyezésével hogyan tudjuk ezeket kihasználni, elterelni, csatornázni.

Nálunk a klimatikus viszonyok leegyszerűsítik a dolgunkat, azzal, hogy két ellentétes hatás dominál és Magyarországon ezek a legtöbb helyen nagyjából ellentétes irányból érkeznek. Minden, ami meleg, a szél is, a napsugárzás is délies irányból jön, míg a hideg és egyúttal a legerősebb szelek is északnyugatról. (Csak hogy megmutassam, hogy lehetséges ennél összetettebb helyzet is, pl. Angliában a legpusztítóbb szelek délnyugat felől fújnak, de ezek ennek ellenére melegek. Ugyanakkor a fagyokat ott is az észak-északkeleti szelek hozzák, úgy, mint nálunk.)

Tehát első közelítésben két szektorunk van, egy déli „nap” vagy „meleg” szektor és egy „hideg”, egyúttal „szél” szektor. Némi megfontolást igényel azonban, hogy a kánikulai napok forró délutánjain az árnyékolt délkeleti oldal majdnem olyan hűvös, mint az északi, míg a délutáni maximum hőmérsékletek a délnyugatra néző részeken a legmagasabbak. Ezért ültetjük ide a legmelegigényesebb növényeket az 1. zónában, amint ott már említettük. Kánikulai napokon gyakran fúj délies irányból a száraz, forró szél. Hatását mérsékelni lehet egy szőlőlugassal, alacsonyabb lombhullató fával, ami egyúttal a tűző naptól is véd. Szélvédő sávok azonban főleg az északi oldalra kellenek, a kellemetlen, károkat okozó északias szelek ellen. A ház északi oldalára kellő távolságra ültetett erdő, gyümölcsfasáv árnyékával egy hűsölő zugot alakít ki, főleg ha még egy pergolával is kombináljuk. Az északi oldalon a mongol kivi (*Actinidia arguta*) a legalkalmasabb és leghasznosabb árnyékadó, egyben gyümölcstermő kúszónövény.

A tűz hazánkban szándékos gyújtogatásból, vagy gondatlanságból eredően bármely irányból jöhet, ezért az ausztrálokkal ellentétben nem tudunk kijelölni egy meghatározott tűzszektort. Sűrűbben lakott helyen jelentkezhetnek egyéb káros

hatások szag, zaj, kellemetlen látvány. Falun leggyakoribb a szomszéd disznójának a szaga, ezt azonban egy sövényvel legfeljebb csak mérsékelni lehet.

7. Városi permakultúra

Az elmúlt évtizedekben Magyarországon azok, akik természetszerűbb életre vágytak, szinte kivétel nélkül valahol a városoktól távol, tanyasi életkörülmények között képzeltek ezt megvalósíthatónak. Csupán az utóbbi évben kezdődtek Budapesten olyan próbálkozások, hogy ott, helyben a lakásuk környékén hozzák létre valamiféle élelmiszertermelés, és emberléptékű közösségi lét feltételeit. Külföldön, Angliában, Svédországban, Ausztráliában már évtizedek óta léteznek ilyesféle városi kezdeményezések.

Budapesten az elmúlt években több kezdeményezés indult, illetve van folyamatban. Vargha Sára megalkotta a www.varosipermakultura.hu című honlapot. Köblös Dávid barátom, aki az USA-ban, Mexikóban önkénteskedett permakultúrák gazdaságokban, hazatérve létrehozott egy „városi sejtet”. 2011 őszén együtt tartottunk egy városi permakultúra tanfolyamot. Budapesten több közösségi kert létesült, amelyeknek célja zöldségtermelés a közösség tagjai számára. A www.kozoskertek.hu című weboldalon nézhetünk utána tevékenységüknek.

Többen kérdezték tőlem, hogy, mekkora az a legkisebb terület, amelyen a permakultúrát művelni lehet. Mollison után mondom: Akár egy panelházi erkély, bérházi folyosó, belső udvar, sőt egy jó megvilágított szoba is elegendő. Számos publikációt lehet olvasni ilyen kertekről az angol permakultúra magazinban.

A dupla szárnyú ablak közét be lehet polcozni, és snidlinget, salátaféléket nevelhetünk cserépben. Az erkélyen, a növények között még néhány fűrjecskét is tarthatunk. Lapos tetőkön, jó vízszigetelés mellett kertet is létesíthetünk, ahogyan például díszkerteket építettek a West End City Center, vagy a Millenáris tetején. Ugyanezt mi is megtehetjük, csak ehető növényeket ültessünk.

Érdemes tudni, hogy a városok többszörösen előnyösek a növénytermesztés számára. A nagyvárosok „hőszigeteket” képeznek, télen a fűtés miatt, nyáron a napsütötte betonfelületek miatt, átlaghőmérsékletük több fokkal magasabb, mint környezetüké. Emiatt hosszabb a tenyészidőszak, több, és többféle növény terem meg, hosszabb ideig élvezhetjük például a paradicsomot ősszel. Az épületek falai, és egyéb kiemelkedő tereptárgyak hőkapacitása miatt pedig sajátos mikroklíma zugok alakulnak ki, ahol például a téli minimum hőmérsékletek enyhébbek. Néhány emelet magasságban szintén kevésbé hűl le a levegő. Ezért megpróbálkozhatunk például olyan téli salátafélék termesztésével, amelyek egyébként csak enyhe telű Nyugat-európai országokban termesztethők télen (rukola, galambbegy-saláta).

Salátakert: „Szedd meg, és újrahasználd!”

Angol nyelvterületen nagy hagyománya van a különféle, nyersen fogyasztott levélzöldségeknek. A kerti saláta különféle változatait (tépő- és kötözősaláta) mellett különböző káposztaféléket és más keresztesvirágúakat termelnek. Ezt tipikusan a „konyhalépcső” mellé helyezik, vagyis ahová a háziasszony főzés közben is kiszaladhat szedni valamit. Igaz, hogy nálunk a klíma mind télen, mind nyáron alkalmatlanabb ilyen növények tartására, de azért több faj van, amely nálunk is használható lenne, bővítve levélzöldség választékunkat. A rukola (*Eruca sativa*) jól tűri a nyári meleget, légköri aszályt. Nyárvégi vetéssel egészen tél végéig szedhető a *Brassica juncea* (lényegében a kínai kel rokonságába tartozó, csak fejét nem képező levélzöldségek) melyek diszkrét torma ízzel gazdagítanak étrendünket.

A városi permakultúra másik formája, hogy használaton kívüli önkormányzati területeken, vagy egyéb foghíjtelkeken közösségi kerteket létesítenek. Egy texasi lány, Suzannah mesélte nekem, hogy Austin városában van egy néhány száz főből álló közösség, akik a város szélén közösen művelnek egy farmot. Máshol a munkahelyen létesítettek közösségi kertet a dolgozóknak, akik a munkaszünetekben ápolják a kertet, szedik a termést. Ausztráliában egy börtönudvarban alakítottak ki permakultúrás kertet, amely testi-lelki felüdülést jelentett a fogvatartottaknak. Olyannyira, hogy többeknek életük jóra fordulását eredményezte szabadulásuk után.

Sokan vannak, akik tartanak a városi levegő szennyezettségétől. Vegyük ezért sorra, hogy milyen főbb szennyező anyagok vannak a városi levegőben:

- Kén-dioxid, nitrogén-oxidok: Ezek a növényt kívülről károsítják, a szövetekbe nem jutnak be.
- Szálló por, aromás szénhidrogének: Ezek ugyancsak a növény felületére tapadnak, alapos mosással eltávolíthatóak.
- Ólom: szerencsére az autóközlekedés ma már szinte nem bocsájt ki ólmot. Foghíj kertek talajába régi festékekből (pl. mínium) keveredhetett ólom, vagy mérgező mennyiségben egyéb fém-oxidok. Ha van módunk rá, vizsgáltsuk meg a talajt, egyébként emelt ágyásokban, használt vas, és műanyagbordókban, mesterséges közegben termesszünk növényeket.

Üvegház a tetőn

Még Gödön, gimnazista koromban szüleim üvegházat építettek a házunk lapos tetejére. Ládákban, mesterséges közegben kb. húsz évig neveltünk ott tavasszal salátát, majd a helyére ültetve sárgadinnyét, és paradicsomot. A huszonhét négyzetméteres üvegházban – gondos ápolás mellett – elegendő mennyiség termett hármunknak ezekből a

terményekből. Volt olyan év, amikor még december elején is szedtünk paradicsomot. Üvegházunkban az alábbi közeget sok éven át használtuk:

- Faforgáccsal almozott nyúl trágyája: 1 térfogatrész
- Forgács: 2-3 rész.

Ezeket az összetevőket nedvesítsük be alaposan, és keverjük jól össze! Nyúltrágya helyett géppel vágott fű kaszáléka is megfelel, kb. $\frac{1}{4}$ térfogatarányban, ha módunk van egy évig érlelni a keveréket. Hasznos, ha néhány marék erdei lombföldet is adunk hozzá. Ha azonnal akarjuk használni, akkor köbméterenként adjunk hozzá kb. fél kiló Mikramidot (nyomelemekkel dúsított nitrogén műtrágya). Ha pedig nem akarunk műtrágyázni, akkor felhasználás előtt egy évig mindenképpen érleljük. Ezt a közeget nem szükséges cserélni, nálunk a paradicsom, a sárgadinnye és saláta hat évig termett benne, leromlás és betegségek jelei nélkül. Csak a tetejére kell egy-két évenként friss közeget szórni, mert a korhadás miatti térfogatcsökkenést muszáj pótolni.

A házteteji kertészkedésnek egyetlen hátrányát tapasztaltuk: A lapos tető kátránya szigetelése bizony fokozatosan átázott, és az alatta levő szobában levált a vakolat a mennyezetről. Tehát, mielőtt nekikezdünk a tetőn a kertészkedésnek, gondoskodnunk kell a használt épületrész szakszerű vízszigeteléséről!

Fenntartható mezőgazdaság

– KISKÖZÖSSÉGI LÉPTÉKBEN

Barsi Attila¹⁹

Egy faluközösség ökológiai lábnyomának jelentős meghatározója, hogy miképpen műveli földterületét, milyen tájgazdálkodási-, mezőgazdasági gyakorlatot folytat. Néhány példával szeretném megvilágítani az összefüggést. Minél közelebbről kell a felhasználási helyre szállítani az árut, annál kisebb a fosszilis üzemanyagok és a közlekedés egyéb vonzatai által a környezetre rótt teher. A biogazdálkodási módszerek nem terhelik a földet és a felszíni vizeket az élővilágra ártalmas vegyszerekkel, nem zsarolják ki a talajt. Minél inkább támaszkodik egy gazdaság a helyi forrásokra, és minél inkább rá van utalva saját részegységeinek a termékeire, annál kevésbé engedheti meg magának például szemét keletkezését, illetve annál inkább oda figyel arra, hogy óvja a talaj termőképességét, ivó- és öntözővíz bázisának tisztaságát.

A Krisna-völgyi mezőgazdaság alapelvei éppen ezért az ökológikusság, a bio termesztés és a rendszer-szemlélet.

Az élelmiszertermelés az önellátás szempontjából is kulcsfontosságú. A somogyvámosi Krisna-völgyben a legtöbb alapvető élelmisznövényt már ma is olyan mennyiségben tudjuk termeszteni, ami biztonságosan fedezi a közösség szükségletét. Noha még nem zártuk ki teljes mértékben a traktorok használatát, a termesztésben és a feldolgozásban évről évre egyre jelentősebb szerepet kapnak az ökrök. Segítenek nekünk például a talaj-előkészítő munkálatokban, a vetésben, kaszálásban, aratásban, szállításban. Üzembe helyeztünk egy úgynevezett járgányt, amit szintén ökrerővel működtetünk. Segítségével a terményfeldolgozás tekintetében is nagyot léptünk az önellátás irányába.

[19] A szerző Krisna-tudatos lelki neve Rádhanantha dász. Végzettsége agrármérnök, Krisna-völgyben a mezőgazdasági és építészeti tevékenységek irányítója. A cikk előadaskivonatként megjelent: Kun A. (szerk.) II. Fenntarthatósági Konferencia. Az előadások összefoglalói. Öko-völgy Alapítvány, Somogyvámos, 2009. pp. 27-28.

Krisna-völgyben a szántóföldi termelés és a legelőgazdálkodás is mezővédő fasorokkal körülvett kisméretű parcellákon folyik. Az extenzív művelés, a mozaikosan kialakított tájszerkezet segít abban, hogy változó klimatikus körülmények között is az önellátáshoz szükséges termésátlagokat tudjunk elérni. Eközben külön hangsúlyt fektetünk arra, hogy a természetes élővilág számára is biztosítsuk a szükséges élőhelyeket.

A mezőgazdálkodásban – csakúgy, mint az élet egyéb területein – ésszerűen igyekszünk kombinálni a hagyományos módszereket és a környezetvédelmi szempontból elfogadható modern technológiai vívmányokat.

A fenntarthatóság fontos feltétele, hogy a mezőgazdaság különböző szegmensei ne elszigetelten működjenek. Például a tehenészetünkben keletkező trágyát és szalmástrágyát átveszi a kertészet, a tejet pedig a közösségi konyha. A konyhán keletkező szerves hulladék komposzt formájában kerül vissza a kertészetbe, a földekre.

Utoljára, de egyáltalán nem utolsó sorban, a közösség mezőgazdálkodásának ökológiai lábnyomát illetően rendkívül fontos, hogy milyen típusú élelmiszereket fogyasztunk. A húsmentes táplálkozás környezetkímélő hatása ma már a tudomány által is széles körben elfogadott. A kutatási eredmények szerint másfél hektár szántóföld terményein csupán egyetlen húsfogyasztó tápanyagszükséglete termelhető meg, miközben az ugyanott termelt növényekből hat lakto-vegetáriánus élne meg. A hústermelést, illetve az ezzel együtt járó szennyezést egyébként a globális éghajlatváltozás egyik fő okának tartják.

Környezetvédő körökben közismert, hogy a lokális alapokon nyugvó, helyi felhasználást szolgáló, bio módszereket alkalmazó, és szegmenseiben együttműködő, kisparcellás mezőgazdaság és mozaikos tájszerkezet jelentősen csökkenti a Földet terhelő ökológiai lábnyomot. Ez a Krisna-völgyi ökológiai lábnyom kutatás kapcsán is bizonyítást nyert. Nálunk a mindennapi gyakorlat természetes részeként érvényesülnek a fenntartható mezőgazdálkodás alapelvei. Tapasztalatainkat minden érdeklődővel szívesen megosztjuk!

Kertészkedés a somogyvámosi Krisna-völgyben

Antal Balázs²⁰

Jelen cikk témája az a fenntartható kertészkedés, melyet Krisna-völgyben a mindennapokban végzünk, és a gyakorlatban is bemutatunk.

A kertészkedés különlegesen összetett tevékenység, és ha az ember egyszer már elkezdte, nem érdemes félbehagyni – hiszen így az egész munkánk kárba veszne. A műveletek egy szeznon belül is egymásra épülnek, és minden év előkészíti a terepet a következőnek. Előrelátónak kell lennünk annak érdekében is, hogy évről évre biztosítani tudjuk a feltételeket kertünk és növényeink számára.

A kertészkedés – mint minden más komplex tevékenység – körültekintő tervezéssel kezdődik. Fontos tudnunk, hogy mit akarunk kihozni a kertünkből, és hogy mi magunk mire vagyunk képesek. Hogyha megfelelő eredményre vágyunk, akkor a kerttel napi szinten kell foglalkoznunk, de – amennyiben gondosan történt a tervezés – egyáltalán nem sokat. A tervezés fázisában legalább ezekre a kérdésekre választ kell találnunk: Mennyi zöldséget, és milyen zöldséget szeretnénk termelni? Milyen méretű kert vagy terület áll a rendelkezésünkre? Mennyi időt tudunk időről-időre a kertünkre szánni? Ezeket mind mérlegeljük, és csak utána fogjunk bele a részletes tervezésbe.

Szerencsére, nekünk itt Krisna-völgyben már viszonylag könnyű dolgunk van, hiszen létezik egy jól bevált minta, amit évről évre csak finomítanunk kell a tervezés során. Lényegében a most is működő rendszer alapján dolgozunk lassan már tíz éve.

Második lépésben, amikor már tudjuk, hogy mennyi zöldségre van szükségünk és milyen nagy terület áll a rendelkezésünkre, akkor kiszámolhatjuk a vetőmag-szükségletet. Ehhez több kertészeti könyvben is találunk segítséget táblázatok formájában. Jó esetben saját vetőmagjainkból vetünk, de egyes fajtákat még mi is

[20] A szerző Krisna-tudatos lelki neve Bálamódaka dász. Krisna-völgy kertészetének vezetője

külső forrásból szerzünk be. Krisna-völgyben három éve foglalkozunk nagyobb volumenű vetőmagtermesztéssel. Célunk, hogy amit csak lehet, a saját magokból tudjuk elvetni. A máshonnan beszerzett magok esetében is ügyelünk, hogy mind megfeleljenek a fenntarthatóság elveinek: nem vásárolunk génmódosított és hibrid fajtákat. Csak újravethető és jól bevált tájfajtákat nevelünk, szaporítunk. A fajtaválaszték ugyancsak fontos, többek között azért, hogy minél nagyobb biztonsággal termeszthessünk szélsőséges körülmények között is. Mostanában például a szárazságra kell berendezkednünk, tehát olyan zöldségfajokat- és fajtákat keresünk, amelyek bírják-elviselik a meleg, száraz időszakokat. Természetesen ezt nem lehet minden zöldségfaj esetében elvárni, az öntözés manapság ezért is elengedhetetlen a sikeres zöldségtermesztéshez.

A magvetést általában termesztő berendezésben kezdjük a tél végén. Nálunk ez egy fatüzelésű, fekvőkéményes kályhával fűtött mélyágy, mert 18-20 fokos hőmérséklet alatt nem sok esély lenne a magvak sikeres csíráztatására. A termesztéshez használt földet a komposzttelepünkről hozzuk. A fiatal palánták rendkívül igényesek arra, hogy a környezeti hatások, mint hőmérséklet, nedvesség és páratartalom, optimálisak legyenek. Különleges figyelmet igényelnek, nem lehet őket egyetlen napra sem elhanyagolni. Márciusban már szinte „teltházás” a palántanevelőnk. A könnyebb kezelés érdekében a vetéseket időben elcsúsztatjuk, hogy ne egyszerre kelljen mindennel foglalkozni. Ha már eléggé fejlettek a palánták, ami április közepén van, akkor kiültetjük őket a helyükre. Ez például a káposztafélék esetében szabadföldre történik, míg a melegkedvelő paprika és paradicsom esetében részben üvegházba vagy fóliába.

Mielőtt a palánták, vagy a helybevetett magvak a végleges helyükre kerülnek, a talajt megfelelően elő kell készíteni számukra. Ez jó esetben az előző évben megtörténik. Persze, lehet tavasszal is ásni vagy szántani, de az őszi talajmunkának nagyobb hasznát vesszük. Ezek után már csak az ültetés van hátra.

A szántás előtt, vagy a talajelmunkálás- rotálás megkezdése előtt juttatjuk ki a trágyát, illetve a komposztot. A komposztálással együtt szoktunk istállótrágyát is érlelni, valamint vegyes zöldhulladékból komposztot készíteni. A trágya mindig jó hatású a talajra, de gyakran nincs belőle elegendő, ezért olyan, meglévő alapanyagokból tudunk dolgozni, mint a konyhai szerves hulladékok, a fűnyesedék és a növényi szármadaradványok. Fontos azonban, hogy nem komposztálunk gyomokat, legalábbis olyanokat nem, amelyek már magot érleltek, vagy esetleg gyökérről szaporodnak. A komposztalándó anyagokat egymásra rétegezzük, közéjük vékony rétegben kerti földet teszünk, ezzel is segítve az érlelődést. Amikor kész van egy komposztprizmánk, letakarjuk szénával vagy szalmával. Ezeket az anyagokat a komposzthalom alapjaként is használjuk, hogy ne közvetlenül a földre tegyük a nyersanyagokat, így az értékes anyagokat megőrizhetjük. Ha megfelelően kezeltük a komposztot, akkor két év alatt megfelelő minőségű palántanevelő földet kapunk.

Ebből a földből jól fejlett és erős palántákat nevelünk, amelyeket már biztonsággal kiültethetünk a helyükre.

A biokertészkedés egyik kulcsmozzanata a gyomszabályozás. Ez talán a legtöbb időt igénybe vevő folyamat. A gyomlálásra, kapálásra fordított idő csökkentése érdekében használunk talajtakaró anyagokat, úgynevezett mulcsot. Ez legtöbb esetben fűszéna vagy szalma. Mindkettő megfelel mulcsnak. Ennek a műveletnek a másik előnye, hogy kevesebb nedvesség párolog el a talajból, így száraz időben csökkenthetjük az öntözővíz mennyiségét. Ez is nagy költségmegtakarítást jelent a megspórolt munkaidő mellett. A mulcsozott ágyások termésének mennyisége és minősége is javul, különösen igaz ez a mostanában tapasztalható aszályos időben. Tehát amelyik növénykultúra talaját csak lehet, mihamarabb letakarjuk. Főleg a hosszú tenészeitű zöldségek, például a tökfélék mulcsozása ad jó eredményt, de érdemes a rövidebb tenészeitű kultúrákat is takarni.

A növényeink folyamatosan ki vannak téve a kártevők támadásainak, ellenük a biokertésznek is védekeznie kell. Célunk a növényeket és a környezetet kímélő módszerek alkalmazása, ezért a megelőzésre helyezzük a hangsúlyt. Ehhez folyamatos nyomonkövetésre, a kertész állandó jelenlétére van szükség. Ha kártételt tapasztalunk, akkor sem nyúlunk azonnal a „zöld” permetszereinkhez, hanem – a súlyosság mértékétől függően – előbb mechanikai védekezéssel próbálkozunk. Ez azt jelenti, hogy ha például a paradicsomon levéltetvek és liszteskék (üvegházi molytetvek) vannak, akkor a fertőzött részeket levágjuk, és várunk, hogy megismétlődik-e a kártétel. Több éves tapasztalatunk, hogy ha kivárunk a permetezéssel, akkor a növény maga is ellenállóbbá válik, illetve megjelennek a katicák és más természetes ellenségek is, akik megesszik a tetveket. Ha azonnal permetezünk (még akkor is, ha bio-szerekről van szó), akkor a hasznos állatokat is elriasztjuk.

A kártevőknél nehezebben kezelhetők a betegségek. Baktériumos és vírusos betegségek egyaránt elő szoktak fordulni. Sajnos ez minden évben így van, de ha növényeink megfelelő egészségi állapotban vannak, vagyis jól vannak tartva: minőségi a komposzt, megfelelő mennyiségű az öntözővíz, megfelelő a légmozgás és hőmérséklet, tisztaság van a kertben, akkor kisebb esélye van a betegségeknek. Ha pedig minden kötél szakad, és jelentős kártétel veszélye áll fenn, akkor enyhe réztartalmú készítményekkel óvjuk meg növényeinket a további fertőzésektől.

Ha minden megfelelő ütemben történt, akkor már csak be kell takarítanunk a termést. Ez is érzékeny része a termelésnek, hiszen megfelelő módszerek, hozzáértés hiányában bizonyos zöldségek betakarításkor megsérülhetnek és emiatt tárolás során hamar tönkremennek. Figyelni kell a szedés időpontjának a megválasztására is, hogy mindig a legjobb minőségű termést kapjuk. Ez különösen a téli betárolásra kerülő zöldségeknél fontos, mert a nyirkos és fagyos napok befolyásolják a termésünk minőségét. A tárolás helyszíne is nagyon fontos tényező: ahová a zöldségeinket egész télre be szeretnénk tárolni, ott mindig tisztaságnak és rendnek kell lennie.

Krisna-völgyben egy háromhajós téglapince készült erre a célra. A szellőzés biztosítása bizonyult a legfontosabb dolognak, amire figyelnünk kell. Ha jól és megfelelő mennyiségben cseréljük a levegőt, akkor a tárolóban mindig lesz friss, oxigéndús levegő. Minden zöldségfaj másfajta betakarítás és betárolás igényel. Gyökérzöldségeinket – kivéve a krumplit, amit zsákokba teszünk – homokban tároljuk. A sütőtököt és gyümölcsöket polcokon tartjuk. A friss zöldségek tárolása mellett készítünk zöldség- és gyümölcsbefőtteket is, ezzel is megnyújtva a termé-
nyek fogyaszthatósági idejét.

AZ ÖKO-VÖLGY ALAPÍTVÁNY MINTATERÜLETE: A SOMOGYVÁMOSI KRISNA-VÖLGY

1993 óta • 270 hektáron • 135 fő

LÁTOGASSON EL HOZZÁNK!

- Cseréljünk tapasztalatokat!
- Vegyen részt a Krisna-völgyi Búcsún és fenntarthatósági konferenciáinkon!
- Legyen biokertészetünk önkéntese!
- Csatlakozzon Ökológika levelezőlistánkhoz!
- Tekintse meg a környék más nevezetességeit is!

Szeretettel várjuk az év minden napján!

Nyitva tartás: minden nap 10.00 - 17.00

www.okovolgy.hu

www.krisnavolgy.hu

www.bucsu.krisnavolgy.hu



*Könyv a
biogazdálkodásról és az
ökologikus életmódról,
Krisna-völgy
tapasztalatai alapján.*



Öko-völgy Alapítvány,
8699 Somogyvámos, Fő u. 38.
info@okovolgy.hu



Krisna-völgy

Indiai Kulturális Központ és Biofarm,
8699 Somogyvámos, Fő u. 38.

Tel./Fax: (85) 540-002

Turisztikai szervező: (30) 641-2309

info@krisnavolgy.hu

www.facebook.com/krisnavolgy



Az Öko-völgy füzetek 1-3. kiadását támogatja:
Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap: a vidéki
területekbe beruházó Európa.



ÚJ MAGYARORSZÁG
VIDÉKFEJLESZTÉSI PROGRAM
2007-2013

